

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Shrnováč pásového dopravníku

Rake of belt conveyor

Student:

Bc. František Žilka

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Robert Brázda, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. František Žilka**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství**
Specializace: **35 Dopravní stroje a manipulace s materiálem**
Téma: **Shrnovač pásového dopravníku**
Rake of Belt Conveyor

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte konstrukční návrh stavitelného shrnovače pásového dopravníku.
2. Proveďte porovnání jednotlivých konstrukčních uspořádání shrnovačů a vyberte optimální variantu.
3. Vyberte vhodný způsob uspořádání pohybového a přítlačného mechanismu stavitelného shrnovače.
4. Proveďte kompletní konstrukční návrh s vypracováním kompletní výkresové dokumentace pro výrobu a montáž této sestavy.

Proveďte:

- a) rešerši shrnovačů pásových dopravníků;
- b) zhodnocení a výběr optimální varianty shrnovače;
- c) návrh pohybového a přítlačného mechanismu;
- d) výpočet shrnovače pásového dopravníku;
- e) potřebné pevnostní a kapacitní výpočty;
- f) výkresovou dokumentaci pro výrobu a montáž shrnovače pásového dopravníku.

Zadáno:

- a) Dopravní výkon $Q = 250 \text{ t/hod}$
- b) Šířka pásu $B = 800 \text{ mm}$
- c) Dopravní rychlost $v = 1,6 \text{ m/s}$
- d) dopravovaný materiál energetické uhlí
- e) sypná hmotnost $\rho_0 = 900 \text{ kg/m}^3$
- f) kusovitost max. 70 mm

Seznam doporučené odborné literatury:

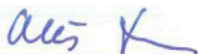
- 1) Polák, J., Pavliska, J., Slíva, A.: Dopravní a manipulační zařízení I. Ostrava: ES VŠB-TU Ostrava, 2001, ISBN 80-248-0043-8
- 2) Polák, J., Bailotti, K., Pavliska, J., Hrabovský, L.: Dopravní a manipulační zařízení II. Ostrava: ES VŠB-TU Ostrava, 2003, ISBN 80-248-0493-X
- 3) Polák, J., Slíva, A.: Dopravní a manipulační zařízení III. Ostrava: ES VŠB-TU Ostrava, 2005, ISBN 80-248-0963-X
- 4) Pavliska, J., Hrabovský, L.: Dopravní a manipulační zařízení IV. Ostrava: ES VŠB-TU Ostrava, 2004, ISBN 80-248-0537-5
- 5) ČSN 01 6910 Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory. srpen 1997. 36 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Robert Brázda, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....18.5.2015.....

.....
.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 18. 5. 2015

František Žilka

podpis

Jméno a příjmení autora práce: František Žilka

Adresa trvalého pobytu autora práce: Horní Štěpánov 272, 789 47

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ŽILKA, F. *Shrnovač pásového dopravníku: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2015, 75 s. Vedoucí práce: Brázda, R.

Cílem této práce je navrhnout konstrukční návrh stavitelného shrnovače pásového dopravníku. Pásový dopravník slouží k zauhlování kotlů na teplárně E3 ve firmě Energetika Třinec, a.s. V úvodu práce je v krátkosti tato firma představena. Dále je uvedena krátká rešerše shrnovačů pásových dopravníků, na kterou navazuje popis zauhlovací cesty s popisem stávajícího stavu. Poté se již práce zabývá návrhem variant řešení, jehož výsledkem jsou tři konstrukční návrhy uspořádání přesypového místa. Dále je vybrána optimální varianta řešení, na kterou navazuje její rozpracování, podložené kapacitními, pevnostními a kontrolními výpočty. V příloze jsou uvedeny potřebné dokumenty pro realizaci vybrané varianty řešení.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

ŽILKA, F. *Rake of belt conveyor: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2015, 75 s., Thesis head: Brázda, R.

The thesis focuses on construction design of adjustable rake of conveyor belt. The conveyor belt is used for coaling of boiler in heating plant E3 in company Energetika Třinec, a.s. There is some introduction about the company in the beginning of thesis. After that there is conveyor belt dozer summary and description of the coaling track with actually used rake. The next part of thesis is about design of alternative solutions – the result is three construction designs of the organization of the transfusion place. Then the optimal variant of the result is picked up. Chosen variant is elaborated with capacitive, strength and checking calculations. There are introduces documents - which are needed for realization of chosen variant of the solution - in the appendix of this thesis.

Obsah

Seznam použitého značení.....	9
1 Úvod.....	12
2 Profil Energetiky Třinec	13
3 Shrnovače pásových dopravníků	14
3.1 Jednostranný shrnovač	14
3.2 Oboustranný shrnovač.....	16
4 Popis pásové dopravy	19
4.1 Popis chodu pásu T11	19
5 Stávající stav	21
6 Varianty řešení.....	23
6.1 Varianta válečkové stolice	24
6.2 Varianta celoplošné kluzné desky.....	25
6.3 Varianta válečkové stolice s kluznou deskou.....	26
6.4 Výběr varianty.....	27
7 Návrh jednostranného shrnovače.....	28
7.1 Volba materiálu shrnovače.....	29
7.2 Volba materiálu bříty (lišty).....	30
7.3 Výpočet sil působících na shrnovač	33
7.4 Rameno shrnovače	36
7.4.1 Uložení ramena.....	37
7.4.1.1 Návrh hřídele	37
7.4.1.2 Návrh ložisek	38
7.4.1.3 Návrh pera.....	41
7.4.1.4 Kontrola svarů.....	43
7.4.1.5 Kontrola čepu.....	47
8.1 Návrh rámu.....	51
8.2 Volba válečků.....	52
8.3 Volba kluzné desky	55
8.4 Volba bočního vedení	56
8.5 Volba strážních válečků	61
9.1 Otevírání bočního vedení	62

10	Otevírání bočního vedení na straně hydraulického pístu	65
11	Návrh jištění koncových poloh	68
12	Výsledné řešení – 3D model	70
13	Závěr	71
14	Seznam použité literatury	72
15	Seznam příloh.....	74
16	Poděkování	75

Seznam použitého značení

Značka	Název	Jednotka
B	Šířka dopravního pásu	[m]
C_0	Statická únosnost ložiska	[N]
D_1	Průměr prvního válečku na jednoválečkové stolici	[mm]
D_7	Průměr zvolených válečků jednoválečkové stolice	[mm]
D_s	Průměr zvolených strážních válečků	[mm]
$F_{\check{c}}$	Posouvající síla působící na čep	[N]
F_A	Maximální síla působící na svar	[N]
F_n	Normálová reakce shrnovače	[N]
F_{p2}	Zatěžující síla těsného pera	[N]
F_r	Síla tření materiálu o pás	[N]
F_s	Boční síla	[N]
F_t	Síla tření materiálu o shrnovač	[N]
G	Tíha přivařené konstrukce	[N]
J_{ZA}	Kvadratický moment průřezu svaru	[mm ²]
L_1	Délka prvního válečku na jednoválečkové stolici	[mm]
L_3	Délka středního válečku	[m]
L_7	Délka zvolených válečků jednoválečkové stolice	[mm]
L_s	Délka zvolených strážních válečků	[mm]
M_{OSVA}	Maximální ohybový moment	[N · mm]
M_{kh}	Krouticí moment působící na hřídel	[N · mm]
$M_{o\check{c}}$	Maximální ohybový moment působící na čep	[N · mm]
P_0	Ekvivalentní statické zatížení	[N]
Q	Množství dopravovaného materiálu	[kg · h ⁻¹]
R_{eA}	Mez kluzu elektrody E-R 117	[MPa]
R_{1y}, R_{2x}, R_{2y}	Působící reakce	[N]
S	Náplň pásu	[m ²]
S_1	Plocha průřezu vrchlíku na tříválečkové stolici	[m ²]
S_2	Plocha průřezu materiálu pod vrchlíkem na tříválečkové stolici	[m ²]
S_3	Plocha průřezu obdélníku na jednoválečkové stolici	[m ²]
S_4	Plocha průřezu vrchlíku na jednoválečkové stolici	[m ²]
S_p	Požadovaný průřez náplně pásu	[m ²]

W_{OSVA}	Průřezový modul v ohybu	$[mm^3]$
W_{kh}	Průřezový modul v krutu	$[mm^3]$
$W_{o\check{c}}$	Průřezový modul v ohybu	$[mm^3]$
X_0	Součinitel statického radiálního zatížení	$[-]$
Y_0	Součinitel statického axiálního zatížení	$[-]$
X	Navržená výška bočního vedení	$[mm]$
Y	Pomocná výpočtová délka odvěsny trojúhelníku	$[mm]$
a_A, d_A	Šířka svaru	$[mm]$
$a_{\check{c}}$	Šířka táhla	$[mm]$
a_s	Výška shrnovače	$[mm]$
b	Využitá ložná šířka	$[m]$
$b_{\check{c}}$	Šířka vidlice	$[mm]$
c_A, l_A	Délka svaru	$[mm]$
$d_{\check{c}}$	Průměr čepu	$[mm]$
$d'_{\check{c}}$	Výpočtový průměr čepu	$[mm]$
d_h	Průměr hřídele	$[mm]$
h_1	Výška obdélníku na jednoválečkové stolici	$[mm]$
h_2	Výška vrchlíku na jednoválečkové stolici	$[mm]$
k_3	Převodní součinitel čelní	$[-]$
k_4	Převodní součinitel boční	$[-]$
k_A	Délka ramena od působíště síly	$[mm]$
k_{sA}	Součinitel statické bezpečnosti	$[-]$
k_{φ}	Koeficient plnění	$[-]$
l_p	Potřebná délka pera	$[mm]$
l'_p	Přímá část boku pera	$[mm]$
l_s	Délka shrnovače	$[mm]$
$m_{přk}$	Hmotnost přivařené konstrukce	$[kg]$
$p_{\check{c}1}$	Měrný tlak v táhle	$[MPa]$
$p_{\check{c}2}$	Měrný tlak ve vidlici	$[MPa]$
p_{d2p}	Dovolený měrný tlak na bok pera	$[MPa]$
$p_{d\check{c}}$	Dovolený měrný tlak	$[MPa]$
s_0	Součinitel bezpečnosti pro statickou únosnost ložiska	$[-]$
t_{1p}	Hloubka drážky v náboji	$[mm]$
t_s	Tloušťka shrnovače	$[mm]$

v	Dopravní rychlost	$[m \cdot s^{-1}]$
v_t	Rychlost částice materiálu podél shrnovače	$[m \cdot s^{-1}]$
α'	Úhel sklonu shrnovače	$[rad]$
β	Součinitel tloušťky koutového svaru	$[-]$
λ_v	Úhel sklonu bočních válečků	$[^\circ]$
μ_1	Součinitel tření mezi materiálem a shrnovačem	$[-]$
ρ_s	Sypná hmotnost	$[kg \cdot m^{-3}]$
$\sigma_{O\check{c}}$	Napětí v ohybu čepu	$[MPa]$
$\tau_{D\check{c}}$	Dovolené napětí ve smyku čepu	$[MPa]$
τ_{DsvA}	Dovolené napětí ve svaru	$[MPa]$
$\tau_{MAX\check{c}}$	Maximální smykové napětí v čepu	$[MPa]$
τ_{redA}	Redukované výsledné napětí ve svaru	$[MPa]$
$\tau_{\parallel A}$	Napětí ve svaru při namáhání na smyk	$[MPa]$
$\tau_{\perp A}$	Napětí ve svaru při namáhání na ohyb	$[MPa]$
φ_1	Úhel tření mezi materiálem a shrnovačem	$[rad]$
ψ_d	Dynamický sypný úhel	$[^\circ]$

1 Úvod

S rostoucím vývojem lidské civilizace a techniky v dnešním moderním světě vzrůstá stále větší tlak na energetické nároky připadající na každého člověka. Lidská populace v dnešní době využívá mnoho moderních technických vymožeností. Mnoho lidí si nedokáže představit bez těchto vymožeností existovat. Mnoho přístrojů nedokáže fungovat bez elektrické energie. Prakticky každá věc, na kterou se podíváme, nemohla vzniknout bez elektrické energie, anebo nemůže bez této energie fungovat. Proto i na energetiku, jako průmyslové odvětví, vzrůstají nároky na větší výrobu. V neposledním řadě však vznikají nároky také na správné emisní hodnoty vypouštěných plynů, které vznikají při spalování uhlí, proplástků či biomasy v elektrárnách.

Tématem této diplomové práce je konstrukční návrh stavitelného shrnovače pásového dopravníku pro firmu Energetika Třinec, a.s., (dále jen Energetika Třinec).

Smyslem návrhu je optimalizovat přesyp dopravovaného materiálu z jedné ze zauhlovacích cest Energetiky Třinec. Stávající jednostranný shrnovač je součástí pásového dopravníku.

Pásový dopravník je dopravník, jehož unášecím prvkem je nekonečný dopravní pás. Ten obíhá mezi hnacím a vratným bubnem. Na pásovém dopravníku jsou další konstrukční prvky potřebné pro správnou funkci a provoz dopravníku. Pásové dopravníky jsou určeny pro přímočarou vodorovnou a úklonnou dopravu sypkých hmot (kusových materiálů, osob) na krátké, střední i dlouhé vzdálenosti (dálková pásová doprava). Pásové dopravníky patří do skupiny dopravních prostředků, které jsou v různých průmyslových odvětvích nejrozšířenější.

2 Profil Energetiky Třinec

Energetika Třinec vznikla 9. listopadu 1993, nicméně její historie sahá až do roku 1893. Toho roku byly založeny Třinecké železářny a tím vzniklo pracoviště energetiky.

Hlavní činnost akciové společnosti Energetika Třinec spočívá ve výrobě, rozvodu a prodeji elektrické energie, horké vody, technologické páry, dmýchaného a stlačeného vzduchu, provozní, koupelenské a pitné vody a distribuci, úpravě topných plynů získávaných jako vedlejší produkt při hutní výrobě a také zemního plynu [1].

Energetiku Třinec tvoří tyto útvary:

- provoz tepelné energetiky – vodní, vzduchové, plynové a tepelné středisko
- provoz tepláren – teplárna E2, teplárna E3, elektrorozvod a chemická úprava vody
- řídicí odborné útvary – finanční a obchodní úsek, technický úsek, odbor strategie



Obr. 1 – Energetika Třinec [1]



Obr. 2 – Letecký snímek Třineckých železáren [2]

Strategické cíle společnosti:

- spolehlivost dodávek energií
- zvyšování výkonnosti společnosti
- růst produktivity práce
- zlepšování vzájemných vztahů se zákazníky
- udržení trendu snižování zatížení životního prostředí
- zvyšování firemní kultury

3 Shrnovače pásových dopravníků

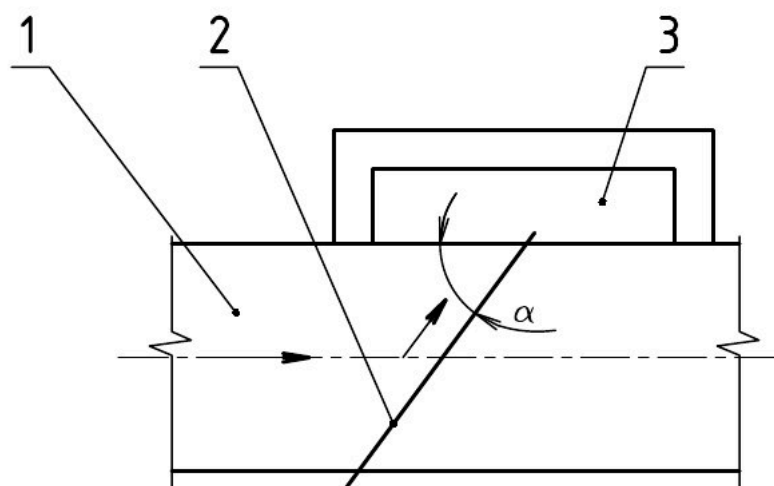
Shrnovače pásových dopravníků patří do skupiny zařízení pro odvádění dopravovaného materiálu z dopravního pásu. Shrnovačů může být na celé dopravní trase i několik.

Shrnovače lze rozdělit do dvou skupin. Jednostranné shrnovače, tzv. jednostranné shrnovací pluhy či šikmé shrnovače a oboustranné shrnovače, tzv. oboustranné shrnovací pluhy. Do pracovní či nepracovní polohy jsou zvedány hydraulickým či pneumatickým systémem.

3.1 Jednostranný shrnovač

Jednostranný shrnovač je schematicky znázorněn na obr. 3. V místě, kde se má odebírat materiál z dopravního pásu je umístěn pod příslušným úhlem ocelový (plastový) štít. Dopravovaný materiál naráží na štít, klouže podél něho a padá přes okraj pásu do výsypky.

Nevýhodou tohoto shrnovače je zatížení pásu silou, kolmou k jeho ose, která se snaží pás vybočovat.



Obr. 3 – Schéma jednostranného shrnovače

1 – pás, 2 – pluh, 3 – výsypka

Příklady jednostranných shrnovačů z praxe jsou na obr. 4, obr. 5 a obr. 6. Na obr. 4 je jednostranný shrnovač, který je na lince dřevařského závodu. Na obr. 5 a 6 jsou další dva příklady jednostranných shrnovačů.



Obr. 4 – Jednostranný shrnovač v dřevařském závodě [3]



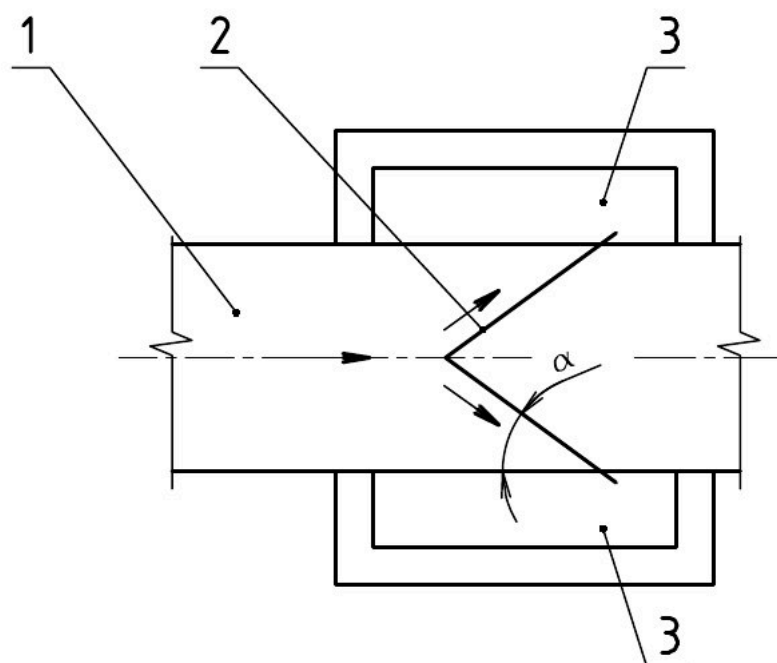
Obr. 5 – Jednostranný shrnovač [4]



Obr. 6 – Reversní jednostranný shrnovač [4]

3.2 Oboustranný shrnovač

Oboustranný shrnovač je schematicky znázorněn na obr. 7. V místě, kde se má odebírat materiál z dopravního pásu je umístěn shrnovací pluh ve tvaru V. Dopravovaný materiál naráží na štít, klouže podél něho a padá přes oba okraje pásu do výsypky. Jelikož se materiál dopravuje na obě strany, nevznikají síly, které by vychylovaly pás z jeho osy.



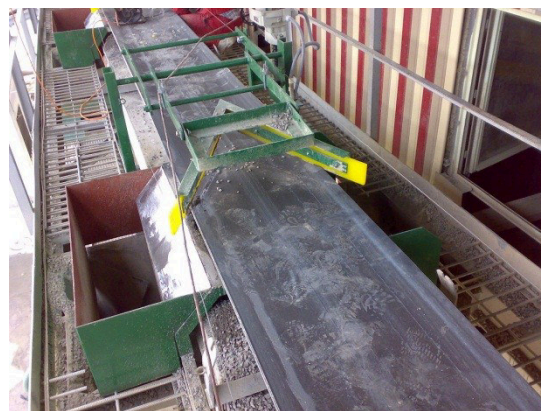
Obr. 7 – Schéma oboustranného shrnovače

1 – pás, 2 – pluh, 3 - výsypka

Příklad menšího oboustranného shrnovače je na obr. 8 a obr. 9. Na obr. 10 a 11 je oboustranný shrnovač, který se používá v těžkém provozu.



Obr. 8 – Oboustranný shrnovací pluh – pohled 1 [5]



Obr. 9 – Oboustranný shrnovací pluh – pohled 2 [5]



Obr. 10 – Oboustranný shrnovací pluh -
těžký provoz – pohled 1 [6]



Obr. 11 – Oboustranný shrnovací pluh -
těžký provoz – pohled 2 [6]

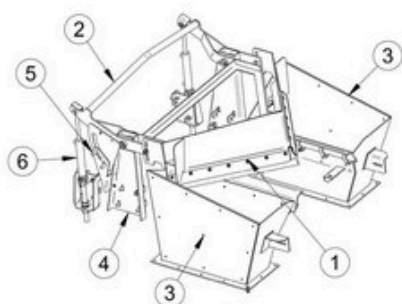
Na pásovém dopravníku může být za sebou shrnovačů hned několik. Příklad tohoto řešení je na obr. 12.



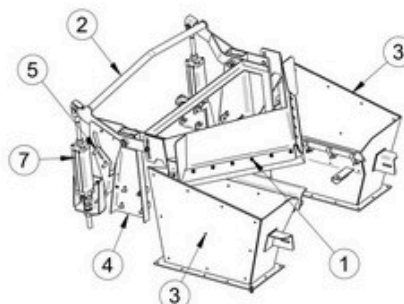
Obr. 12 – Pásový dopravník s několika shrnovači [6]

Jak jednostranné, tak i oboustranné shrnovače mohou být ovládány několika způsoby. Příklady těchto ovládání jsou na obr. 13.

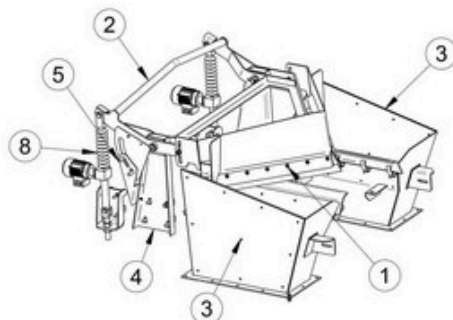
Provedení hydraulické



Provedení pneumatické



Provedení elektrické



- 1 Shnovací klín
- 2 Kyvné rameno
- 3 Sběrné výsypky
- 4 Konzola – uchycení na pasový dopravník
- 5 Snímače koncových poloh zdvihu
- 6 Hydraulický válec
- 7 Pneumatický válec
- 8 Pohon elektrický

Obr. 13 – Ovládání chodu shrnovačů [7]

Vykládka paliva z vagonů na novou skládku probíhá dle schématu na obr. 14 takto:

Palivo je vyhrnovacím vozem č. 3 vyhrnováno z hlubinného zásobníku na pásový dopravník T11. Jednostranný shrnovač pásového dopravníku T11 by měl být v chodu, aby došlo k přesypu dopravovaného paliva na pás T12. **Tento shrnovač při chodu způsobuje sjíždění pásu T11 směrem k výsypce. Dochází k sypání paliva mimo výsypku. Tyto problémy způsobily vyřazení shrnovače z provozu a použití následující cesty.** Shrnovač není v chodu, palivo pokračuje na reversní pásový dopravník T02 a z tohoto dopravníku na pás T12. V provozu na T12 je váha a magnetický separátor kovů. Dále pokračuje palivo přes pás T13 na pás T13A, kde pro průchodu třídičem a drtičem padá na pásový dopravník T14. Z pásu T14 je palivo pomocí pluhu shrnováno na pás T15, odkud padá na novou skládku.

5 Stávající stav

Stávající jednostranný shrnovač (obr. 15 a obr. 16) znemožnil přímou cestu dopravy paliva z pásového dopravníku T11 na pás T12. V souvislosti s výstavbou nového fluidního kotle vzroste důležitost správné funkce jednostranného shrnovače.



Obr. 15 – Stávající stav - pohled zepředu

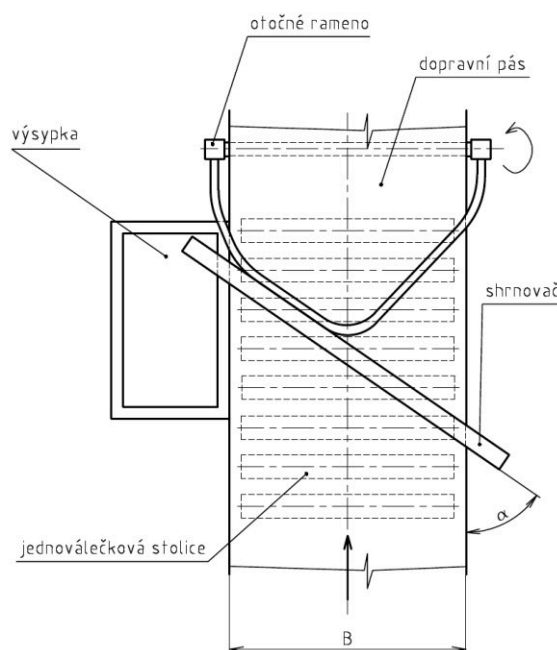


Obr. 16 – Stávající stav – pohled zezadu

Stávající přesypové místo na pásovém dopravníku T11 je tvořeno z jednostranného shrnovače, který je do svého chodu uváděn hydraulickým válcem. Schéma stávajícího jednostranného shrnovače je na obr. 17. Na shrnovači je přivařeno rameno, které se otáčí kolem hřídele. Hřídel je otočně uložena v ložiscích, ty pak v držácích, které jsou přivařeny na konstrukci pásového dopravníku. Jednoválečková stolice pod pásem a shrnovačem je při uvedení shrnovače do chodu přes zvedací páky přizdvížena směrem ke shrnovači – narovnání pásu při shrnování.

Základní parametry stávajícího stavu:

- šířka dopravního pásu $B = 800 \text{ mm}$
- jednoválečková stolice tvořena z 8 válečků
- válečky $\phi 108 \text{ mm}$, délka 600 mm
- úhel sklonu shrnovače $\alpha = 35^\circ$



Obr. 17 – Schéma stávajícího shrnovače

Výhody:

- přitlačení jednoválečkové stolice ke shrnovači

Nevýhody:

- válečky kratší než šířka pásu
- bez strážních válečků – sjíždění pásu k výsypce
- bez bočního vedení materiálu – padání mimo výsypku

6 Varianty řešení

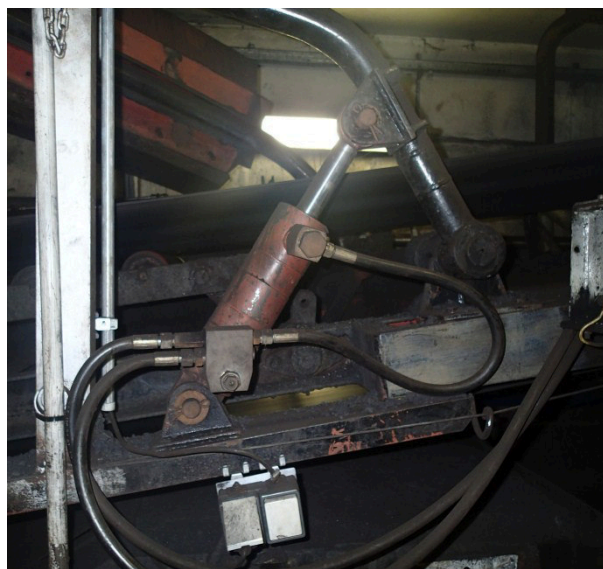
Při návrhu variant bylo třeba zohlednit a zachovat některé parametry stávajícího pásového dopravníku. Byly navrženy 3 konstrukční varianty uspořádání jednostranného shrnovače se stolicí, popsané na obr. 20, obr. 21 a obr. 22. Návrh nového shrnovače byl realizován pro všechny tři varianty. Varianty se tedy mění především v návrhu stolice.

Pro všechny varianty bylo ze stávajícího stavu zachováno:

- dopravní pás Matador EP800/4 4+2 Z-AA
 - šířka pásu $B = 800\text{mm}$
 - teoretická minimální pevnost $800\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}$
 - zohlednění koeficientu bezpečnosti $k = 8 - 10$
 - reálná pevnost víc jak $900\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}$
 - EP – konstrukce polyesterová
 - krycí vrstva vrchní je 4mm, spodní 2mm
 - antiabrazivní vrstva pro přepravu abrazivního materiálu
- hydraulické ovládání shrnovače (obr. 18)
- stávající rozměr a umístění výsypky (obr. 19)



Obr. 19 - Výsypka



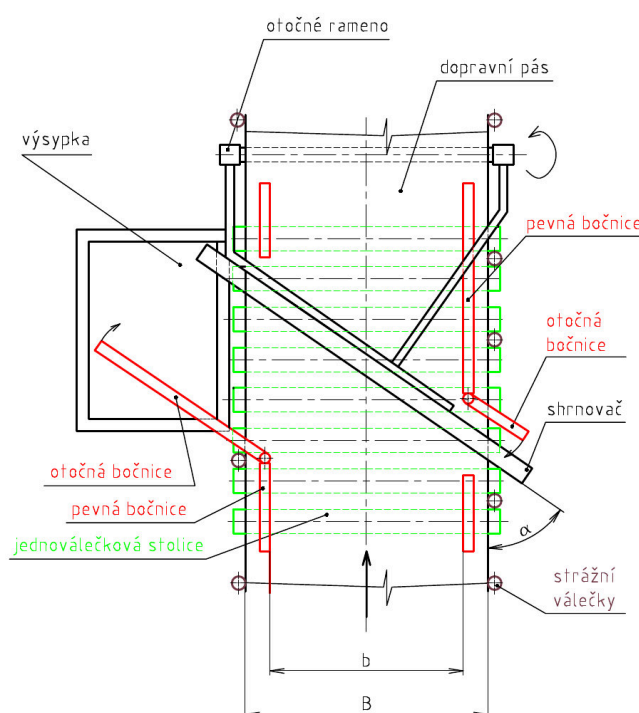
Obr. 18 – Hydraulický válec

6.1 Varianta válečkové stolice

Jako první byla navržnuta varianta s válečkovou stolicí, která je schematicky nakreslena a popsána na obr. 20.

Základní parametry:

- přidání bočního vedení dopravovaného materiálu
- přidání strážních válečků
- jednoválečková stolice (válečky $\phi 108\text{mm}$, délka 950mm)
- 8 válečků



Obr. 20 – Varianta válečkové stolice

Výhody:

- válečky jsou delší než šířka pásu – téměř celá plocha pásu je podložena
- bočnice – neпадání dopravovaného materiálu z pásu
- strážní válečky neumožní vybočování
- možnost výměny jakéhokoliv válečku

Nevýhody:

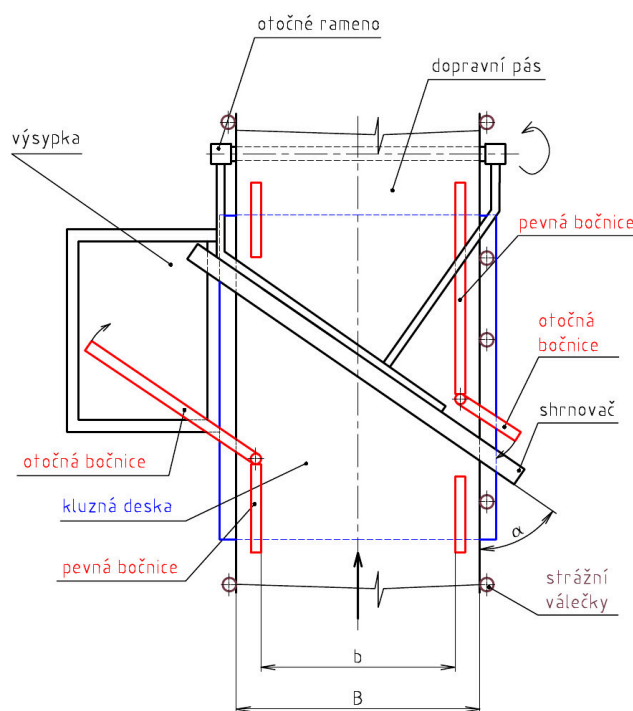
- nutná úprava konstrukce stolice stávajícího tvaru
- otvor mezi válečkami a výsypkou
- průhyb pásu mezi válečkami
- dvě otevírací bočnice (2 mechanismy otvírání)

6.2 Varianta celoplošné kluzné desky

Druhou variantou je celoplošná kluzná deska. Varianta je schematicky nakreslena a popsána na obr. 21.

Základní parametry:

- přidání bočního vedení dopravovaného materiálu
- přidání strážních válečků
- celoplošná kluzná deska



Obr. 21 – Varianta celoplošné kluzné desky

Výhody:

- shrnovač s pásem je po celé délce i šířce podložen
- bočnice – neпадání dopravovaného materiálu z pásu
- strážní válečky neumožní vybočování
- neпадání materiálu mimo výsypku – kluzná deska těsně u výsypky (možný přesah)

Nevýhody:

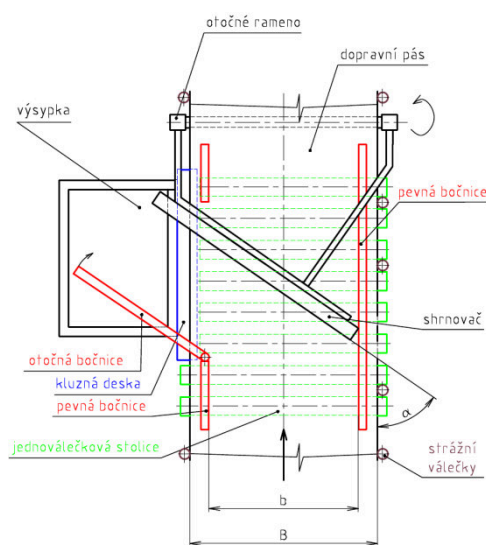
- v případě poškození desky - celá deska nová
- opotřebení pásu vlivem tření
- případné ostré hrany
- nutná úprava konstrukce stolice stávajícího tvaru
- dvě otevírací bočnice (2 mechanismy otvírání)

6.3 Varianta válečkové stolice s kluznou deskou

Třetím návrhem je kombinace válečkové stolice s kluznou deskou. Tato varianta je schematicky nakreslena a popsána na obr. 22.

Základní parametry:

- přidání bočního vedení dopravovaného materiálu
- přidání strážních válečků
- válečková stolice v kombinaci s kluznou deskou
- první váleček (1-2) delší než šířka pásu



Obr. 22 – Varianta válečkové stolice s kluznou deskou

Výhody:

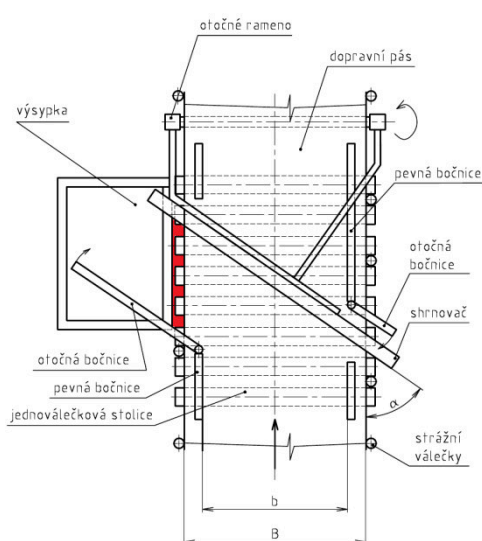
- bočnice - neпадání dopravovaného materiálu z pásu
- strážní válečky neumožní vybočování
- menší opotřebení pásu
- snadná výměna válečků, popřípadě kluzné desky
- neпадání materiálu mimo výsypku - kluzná deska těsně u výsypky (možný přesah)
- jedna otevírací bočnice

Nevýhody:

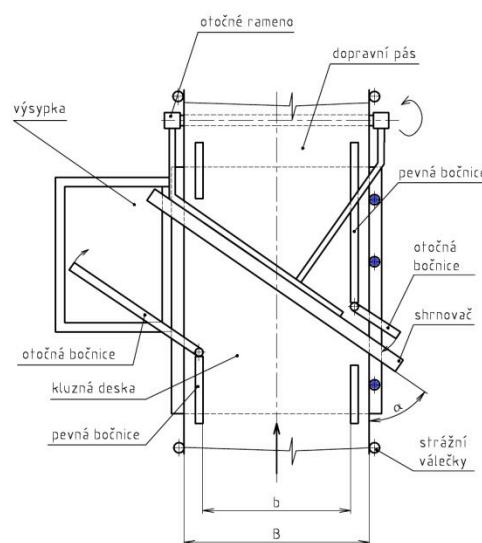
- dva rozměrově (déлковě) jiné druhy válečků
- nutná úprava konstrukce stolice stávajícího tvaru
- průhyb pásu mezi válečkami
- nová konstrukce stolice

6.4 Výběr varianty

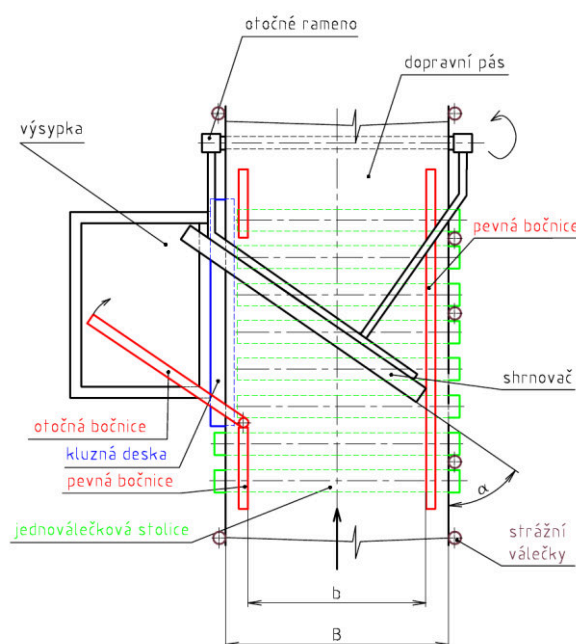
Hlavním rozhodujícím faktorem při výběru varianty bylo možné opotřebení dopravního pásu. Varianta válečkové stolice nebyla vybrána pro vzniklou mezeru mezi válečky, rámem a výsypkou (obr. 23). Pokud by byla realizována celoplošná kluzná deska, docházelo by k opotřebení pásu po celé jeho šířce. Navíc by nešlo bez zásahu do celoplošné kluzné desky umístiti strážní válečky (obr. 24). Byla vybrána varianta válečkové stolice s kluznou deskou, kde materiál mimo výsypku nepadá a strážní válečky lze bez problému umístit (obr. 25). Opotřebení pásu bude určitě menší než při celoplošné kluzné desce.



Obr. 23 – Vzniklá mezera mezi válečky, rámem a výsypkou



Obr. 24 – Umístění strážních váleček v celoplošné kluzné desce



Obr. 25 – Vybraná varianta – válečková stolice s kluznou deskou

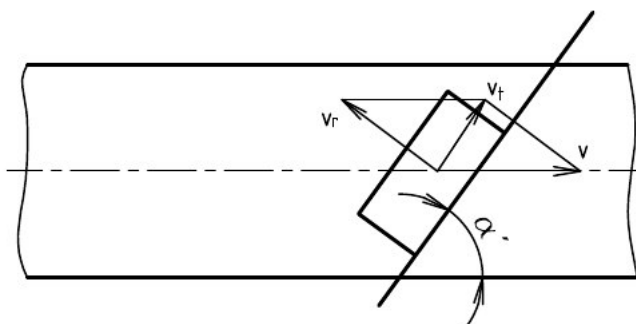
7 Návrh jednostranného shrnovače

Jelikož se na zauhlovacím pásovém dopravníku dopravuje především energetické uhlí (černé uhlí), bylo třeba uvažovat nad vlastnostmi dopravovaného materiálu. Na základě těchto vlastností byl navrhnut materiál shrnovače a břit shrnovače. Dále byla navržena konstrukce, ke které je shrnovač přišroubován.

Vlastnosti, které by měl materiál břitu a shrnovače splňovat:

- nepříliš velká hmotnost
- dobré kluzné vlastnosti
- otěruvzdornost
- tlumení nárazů, rázů
- chemická odolnost
- nelepivý povrch
- nenasákavost
- cenová dostupnost

Rychlostní poměry při shrnování (obr. 26) [12]:



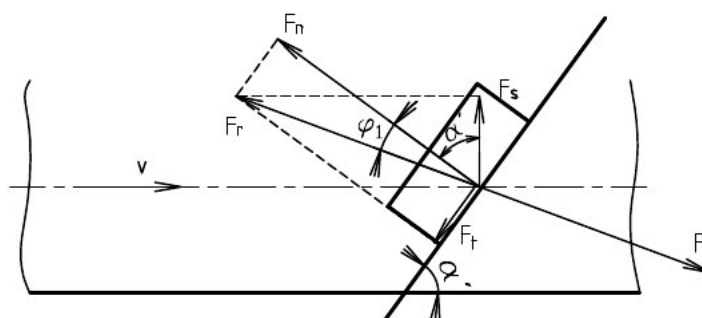
Obr. 26 – Jednostranný shrnovač - rychlostní poměry

Částice materiálu, pohybující se rychlostí v , se po nárazu na shrnovač pohybuje rychlostí v_t podél shrnovače. Tato rychlost je výslednou rychlostí z rychlosti v a v_r [12].

Při shrnování působí na částici materiálu 3 síly (obr. 27) [12].

- síla tření materiálu o pás F_r . Tato síla působí proti směru rychlosti v_r
- normálová reakce shrnovače F_n , působí kolmo ke shrnovači
- síla tření materiálu o shrnovač F_t . Tato síla působí proti směru rychlosti v_t

Při jednostranném shrnování materiálu je pás vychylován z přímého směru boční silou F_s



Obr. 27 – Jednostranný shrnovač – silové poměry

Ke stanovení co nejmenší boční síly, která vychyluje pás z jeho přímého směru, bylo třeba stanovit, z jakého materiálu bude shrnovač zkonstruován.

7.1 Volba materiálu shrnovače

Shrnovač je přišroubován na konstrukci (rameni). Rameno je otočně uloženo a jeho pohyb dolů (shrnování) a nahoru řídí hydraulické zařízení.

Materiál shrnovače:

Byl zvolen otěruvzdorný plech Hardox 500, který se vyznačuje těmito základními vlastnostmi:

- snadná svařitelnost
- tvrdost Brinell HB od 470 do 530
- tloušťka plechů od 5 do 80mm
- vysoká houževnatost
- použití jako otěruvzdorný i konstrukční plech

Otěruvzdorné plechy Hardox se uplatňují při výrobě koreb nákladních automobilů a dalších aplikací, u kterých je kladen důraz na vysokou odolnost, tvrdost a houževnatost [8].

7.2 Volba materiálu břitu (lišty)

Při shrnování proudu sypkého materiálu je třeba přitlačit spodní stranu shrnovače co nejbližší k pásu. Samotný navržený shrnovač z ořezuvzdorného plechu Hardox 500 by vlivem tření dopravovaného materiálu o shrnovač způsoboval na shrnovači trhlinky, vruby, ostré hrany, atd. Po dotlačení k pásu by ocel tento pás velice opotřebovávala. Proto bylo třeba na čelní stranu shrnovače navrhnout lištu (břit). Navržený břit lze jednoduše vyměňovat. Ke shrnovači je přišroubována několika šrouby.

Materiál břitu (lišty):

NYLATRON GS POLYAMID (PA 66+MoS₂)

Přidáním molybdenu se docílí vyšší tvrdosti, tuhosti a rozměrové stability než má ERTALON 66 SA, ale na druhé straně je poněkud snížena vrubová houževnatost. Tento materiál má lepší krystalickou strukturu, která snižuje jeho koeficient tření a zvyšuje odolnost proti otěru a tudíž je zejména vhodný pro třecí aplikace a ložiska. Jedná se o extrudovaný polyamid.

Fyzikální vlastnosti (indikativní hodnoty *)

VLASTNOSTI	Zkoušeno ISO / IEC	Jednotky	Hodnoty	
Barva	—	—	šedočerná	
Hustota	1183	g/cm ³	1,15	
Nasákavost vodou:				
- po 24/96 hod, ponoření ve vodě 23°C (1)	62	mg	46 / 85	
- na vzduchu při 23°C a 50% relativní vlhkosti	62	%	0,68 / 1,25	
- při ponoření ve vodě 23°C	—	%	2,3	
- při ponoření ve vodě 23°C	—	%	7,8	
Teplotné vlastnosti (2)				
Teplota tání	—	°C	255	
Teplota zeskenění (3)	—	°C	—	
Teplotná vodivosť při 23°C	—	W / (K.m)	0,29	
Koeficient lineárnej teplotnej rozťažnosti:				
- priemerná hodnota medzi 23 - 60°C	—	m/(m.K)	80.10 ⁻⁶	
- priemerná hodnota medzi 23 - 100°C	—	m/(m.K)	90.10 ⁻⁶	
Teplota deformácie pri zaťažení:				
- metóda A: 1,8 MPa	+	75	°C	85
Maximálna provozní teplota na vzduchu:				
- krátkodobá (4)	—	°C	180	
- trvalá: po dobu 5000 / 20000 h (5)	—	°C	95 / 80	
Minimálna provozní teplota (6)	—	°C	- 20	
Hořlavost (7)				
- "kyslíkový index"	4589	%	26	
- UL 94 (tloušťka vzorku 1,6 mm)	—	—	HB / HB	
Mechanické vlastnosti při 23°C (8)				
Zkouška tahem (9):				
- mez kluzu / napětí při přetržení (10)	+	527	MPa	92 / -
	++	527	MPa	55 / -
- deformace při přetržení (10)	+	527	%	20
	++	527	%	> 50
- modul pružnosti (11)	+	527	MPa	3500
	++	527	MPa	1675
Zkouška tlakem (12):				
- tlak, jenž způsobí 1/2/5 % deformaci (11) +	604	MPa	25 / 49 / 92	
Zkouška odolnosti proti tečení v tlaku (9):				
- tlak, jenž způsobí 1% deformaci za 1000 hod, (σ ₁₀₀₀)	+	899	MPa	21
	++	899	MPa	9
Rázová houževnatost - Charpy (13)	+	179/1eU	kJ/m ²	bez lomu
Vrbová houževnatost - Charpy	+	179/1eU	kJ/m ²	4
Vrbová houževnatost - Izod	+	180/2A	kJ/m ²	4
	++	180/2A	kJ/m ²	9
Tvrdost (metoda kuličkou) (14)	+	2039-1	N/mm ²	165
Tvrdost podle Rockwella (14)	+	2039-2	—	M 88
Elektrické vlastnosti při 23°C				
Elektrická pevnost (15)	+	(60243)	kV/mm	26
	++	(60243)	kV/mm	17
Vnitřní odpor	+	(60093)	Ω . cm	> 10 ¹⁶
	++	(60093)	Ω . cm	> 10 ¹²
Povrchový odpor	+	(60093)	Ω	> 10 ¹²
	++	(60093)	Ω	> 10 ¹²
Relativní permitivita ε _r - při 100 Hz	+	(60250)	—	3,8
	++	(60250)	—	7,4
Relativní permitivita ε _r - při 1 Hz	+	(60250)	—	3,3
	++	(60250)	—	3,8
Disipační čísel tan δ: - při 100 Hz	+	(60250)	—	0,013
	++	(60250)	—	0,13
Disipační čísel tan δ: - při 1 Hz	+	(60250)	—	0,020
	++	(60250)	—	0,06
Odolnost proti plazivým proudům (CTI)	+	(60112)	—	600
	++	(60112)	—	600

Výrobní program:

Týče: Ø 6 - 50 mm - Fólie/Desky: tloušťka 8 - 50 mm - Trubky: 20 - 65 mm

EPP Plasty a.s.

Videňská 99, Brno 639 00
tel.: 541 248 363, fax: 541 241 118
e-mail: info@epplasty.cz
www.epplasty.cz

ISO 9001

Poznámky:

- * : měřeno na suchých vzorcích
** : měřeno na vzorcích v rovnováze se standardní atmosférou: 23°C, rel. vlhkost 50% (většinou odvozeno z literatury)
(1) Podle metody 1 normy ISO 62 a provedeno na discích Ø 50 x 3 mm.
(2) Uvedené hodnoty pro tyto vlastnosti jsou většinou odvozeny z údajů uváděných výrobci surovin nebo jiné literatury.
(3) Hodnoty pro tuto vlastnost jsou uváděny pouze u amorfních materiálů. Nejsou uváděny u materiálů semi-krytalických.
(4) Pouze pro krátkodobé zatížení (několik hodin) v situacích, kdy materiál je zatížen jen velmi málo nebo vůbec.
(5) Po uplynutí této doby dochází ke snížení tahové pevnosti asi na 50% původní hodnoty. Uvedené teploty vycházejí z probíhající teplotní oxidační degradace, která způsobuje změnu vlastností. Stejně jako u všech ostatních termoplastů závisí maximální přípustná provozní teplota v mnoha případech zejména na době trvání a rozsahu hodnot mechanických napětí (hlavně rázu), jímž je materiál vystaven.
(6) Rázová houževnatost klesá se snižující se provozní teplotou. Minimální přípustná provozní teplota je určena prakticky rozsahem, v němž je materiál vystaven rázům. Uvedené hodnoty vycházejí z nepříznivých rázových podmínek a v důsledku toho nemusí být pokládány za absolutní použitelné limity.
(7) Tyto gáňdované hodnoty jsou většinou odvozeny z údajů uváděných dodavateli surovin. Nemají vyjadřovat rizika, která hrozí ve skutečných podmínkách požárního ohrožení. Pro tyto materiály neexistují "žluté karty" dle specifikace UL 94.
(8) Hodnoty uvedené pro tyto vlastnosti suchých materiálů (+) jsou většinou průměrné hodnoty odvozené ze zkoušek provedených na vzorcích obrobenech z tyčí o Ø 40 - 60 mm. U materiálů ERTACETAL, ERTALYTE a PC 1000 můžeme vzhledem k jejich velmi nízké absorpci vody uvažovat, že hodnoty pro suché materiály (+) jsou stejné jako pro nasycené materiály (++)
(9) Zkušební vzorky: Typ 1 B.
(10) Zkušební rychlost: 20 mm/min.
(11) Zkušební rychlost: 1 mm/min.
(12) Zkušební vzorky: válečky Ø 12 x 30 mm.
(13) Použitá tyč: 15 J.
(14) Zkušební vzorky tloušťky 10 mm.
(15) Elektrody : 25/75 koaxiální válečkové, v transformátorovém oleji
(16) Zkušební vzorky o síle 1 mm, přírodní (bílé) materiál. Je důležité si uvědomit, že dielektrická pevnost černých materiálů (ERTALON 6SA, ERTALON 66 SA, ERTACETAL a ERTALYTE) může dosahovat pouze 50% hodnoty naměřené u přírodních (bílých) materiálů.
(17) Uvedené hodnoty neplatí pro fólie ERTALYTE.

► Hodnoty uvedené v tabulce slouží jako pomůcka pro volbu materiálu, popisují běžný rozsah vlastností materiálu, nejsou garantovány a neměly by být použity ke stanovení limitu materiálu nebo použity samostatně jako základ konstruktérského návrhu. ERTALON 66-GF30 je anizotropní materiál, a proto se jeho vlastnosti liší ve směru rovnoběžném se skelnými vlákny od směru kolmého na vlákna.

Výpočet úhlu tření mezi materiálem a shrnovačem:

Dopravovaným materiálem je černé uhlí. Protože byl navržen ocelový shrnovač, na kterém je ještě břit (plast), byl součinitel tření stanoven (kontakt plast-uhlí-ocel) $\mu_1 = 0,4$;

$$\varphi_1 = \arctg \mu_1 \quad (1)$$

$$\varphi_1 = \arctg 0,4$$

$$\varphi_1 = 21^\circ 80' = 0,3805 \text{ rad}$$

kde:

μ_1 – součinitel tření mezi materiálem a shrnovačem [–]

Protože je dáno, jaké množství materiálu se pohybuje na pásovém dopravníku, je dána i rychlost pohybu materiálu, tak stanovení co nejmenší boční síly závisí především na úhlu sklonu shrnovače a součiniteli tření mezi shrnovačem a materiálem. Součinitel tření mezi materiálem a shrnovačem byl stanoven $\mu_1 = 0,4$. Poslední možný ovlivňující parametr je úhel sklonu shrnovače. Čím by byl menší úhel, tím menší by byla boční síla (obr. 29). S přihlédnutím na stávající rozměry výsypky a rozměr konstrukce pásového dopravníku byl stanoven úhel sklonu shrnovače $\alpha = 35^\circ$.



Obr. 29 – Závislost boční síly F_s na úhlu α

Při shrnování proudu sypkého materiálu činí boční síla dle obr. 30 [12]:

$$F_s = \frac{Q \cdot v}{3600} \cdot \sin \alpha' \cdot \frac{\cos(\alpha' + \varphi_1)}{\cos \varphi_1} \quad (2)$$

$$F_s = \frac{250000 \cdot 1,6}{3600} \cdot \sin 0,6109 \cdot \frac{\cos(0,6109 + 0,3805)}{\cos 0,3805}$$

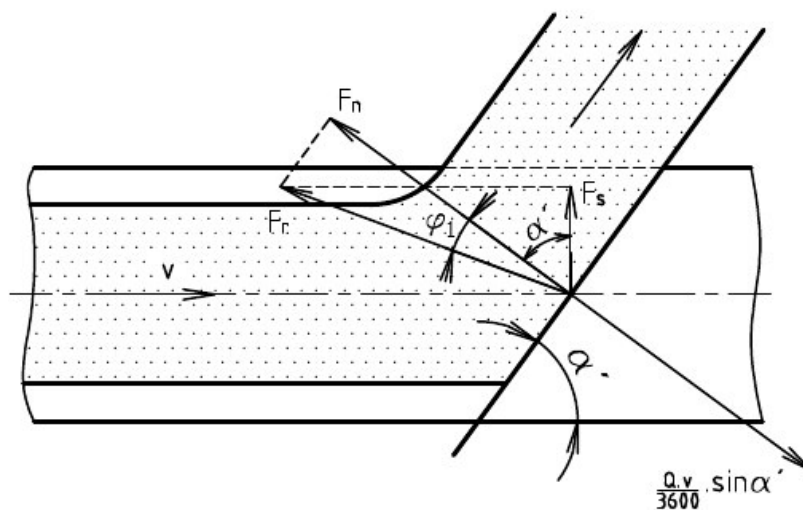
$$F_s = 37,5834 \text{ N}$$

kde:

Q – množství dopravovaného materiálu [$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$]

α' – úhel sklonu shrnovače [rad]

v – dopravní rychlost [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]



Obr. 30 – Silové poměry při shrnování proudu sypkého materiálu [12]

7.3 Výpočet sil působících na shrnovač

Výpočet síly F_n :

$$F_n = \frac{Q \cdot v}{3600} \cdot \sin \alpha' \quad (3)$$

$$F_n = \frac{250000 \cdot 1,6}{3600} \cdot \sin 0,6109$$

$$F_n = 63,7307N$$

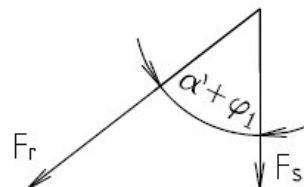
Výpočet síly F_t :

$$F_t = \mu_1 \cdot F_n \quad (4)$$

$$F_t = 0,4 \cdot 63,7307$$

$$F_t = 25,4923N$$

Výpočet síly F_r :



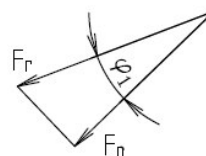
Obr. 31 – Výpočet síry F_r

$$F_r = \frac{F_s}{\cos(\alpha' + \varphi_1)} \quad (5)$$

$$F_r = \frac{37,5834}{\cos(0,6109 + 0,3805)}$$

$$F_r = 68,6401N$$

Kontrolní výpočet síly F_n :



Obr. 32 – Výpočet síly F_n

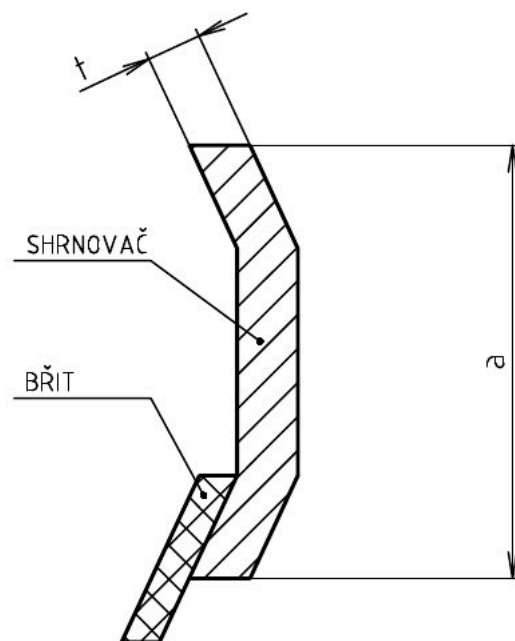
$$F_n = \cos \varphi_1 \cdot F_r \quad (6)$$

$$F_n = \cos 0,3805 \cdot 68,6401$$

$$F_n = 63,7307N$$

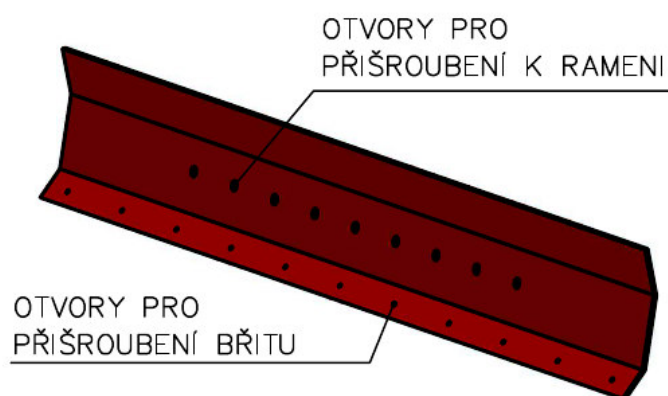
Navržené základní rozměry shrnovače (obr. 33):

- výška shrnovače $a_s = 200\text{mm}$
- tloušťka shrnovače $t_s = 5\text{mm}$
- délka shrnovače $l_s = 1550\text{mm}$

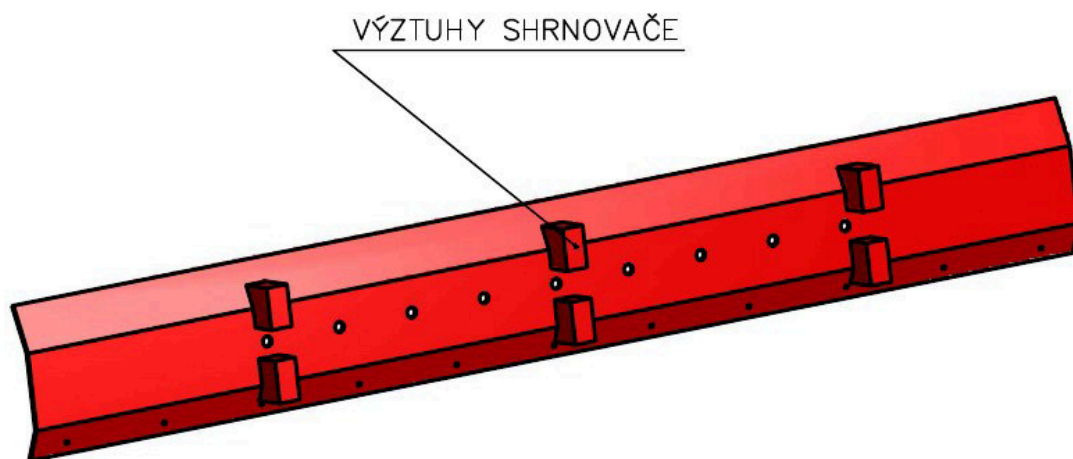


Obr. 33 – Základní rozměry shrnovače

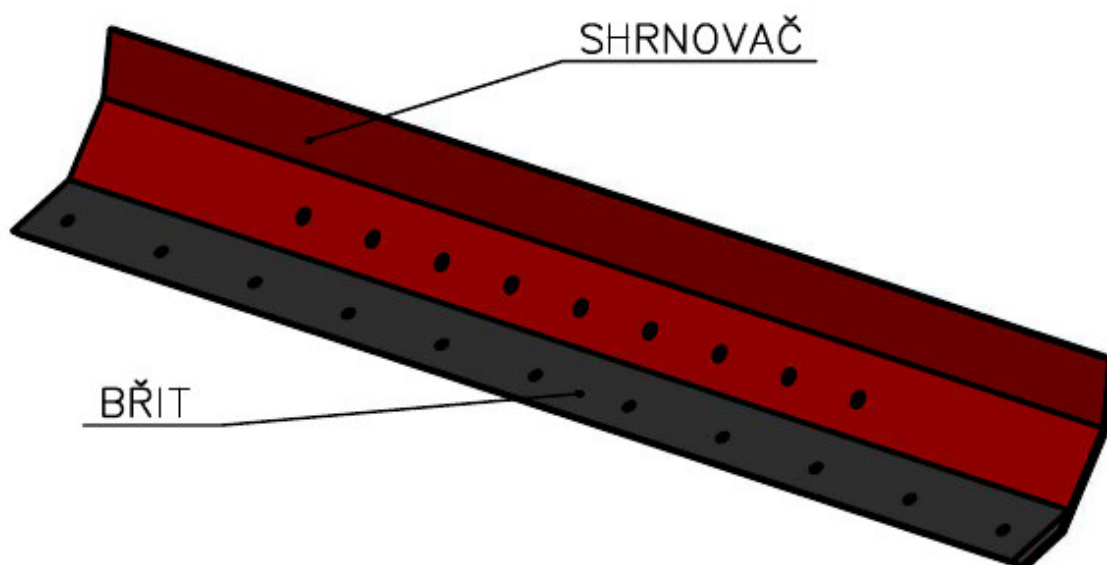
3D model navrženého shrnovače a shrnovače s břitem lze vidět na obr. 34, obr. 35 a obr. 36.



Obr. 34 – 3D model navrhnutého shrnovače - pohled zepředu



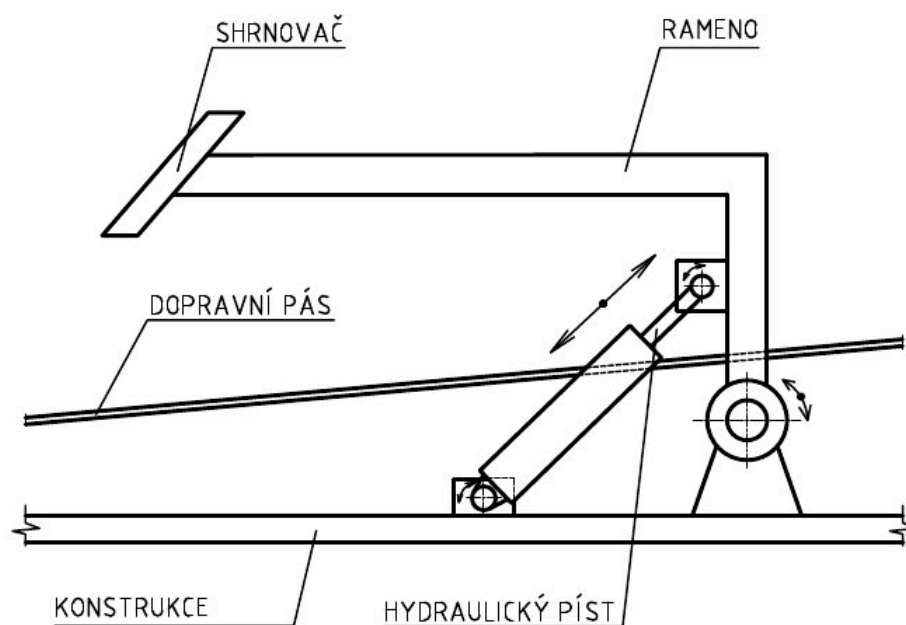
Obr. 35 – 3D model navrhnutého shrnovače – pohled zezadu



Obr. 36 – 3D model navrhnutého shrnovače s břitem

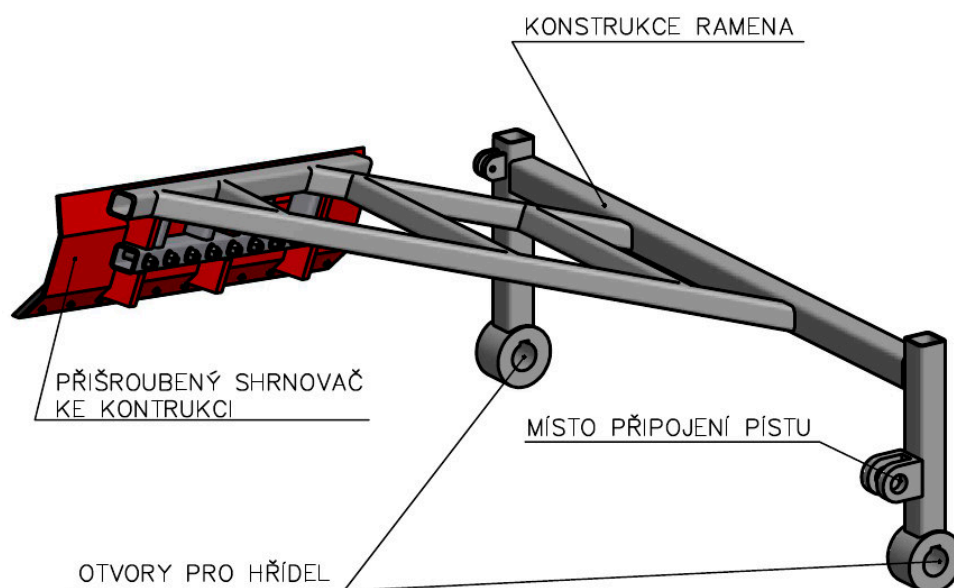
7.4 Rameno shrnovače

Rameno shrnovače bylo navrženo jako svařovaná konstrukce ze standartních konstrukčních profilů (trubky ocelové bezešvé čtvercové). K rameni je pomocí čepu připojen hydraulický píst, který zasouváním či vysouváním ramenem otáčí kolem jeho uložení na hřídeli. Schéma pohybu je na obr. 37.



Obr. 37 – Schéma pohybu ramena

3D model navrženého ramena se shrnovačem je vidět na obr. 38.



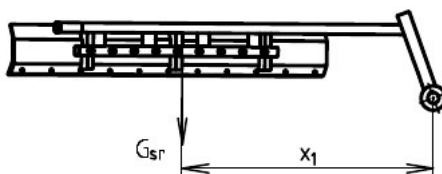
Obr. 38 – 3D model ramena se shrnovačem

7.4.1 Uložení ramena

Jelikož je třeba otočné uložení ramena, byly na konstrukci navrženy otvory pro hřídel. Hřídel je uložena v ložiscích, které jsou zalisovány v otvorech držáků, které budou přišroubovány ke konstrukci pásového dopravníku. Hřídel je pojištěna proti vypadnutí či posunutí na jednu nebo druhou stranu pojistnými kroužky pro díry a pojistnými kroužky pro hřídele. Přenos krouticího momentu pak přenáší na každé straně těsné pero.

7.4.1.1 Návrh hřídele

Největší krouticí moment bude působit na hřídel v případě, když bude shrnovač v dolní poloze. Největší krouticí moment bude vytvářet vlastní tíha konstrukce ramena a shrnovače (obr 39). Síla, kterou působí proud dopravovaného materiálu, se bude snažit shrnovač nadzvedávat a tím vychylovat z dolní polohy.



Obr. 39 – Tíha shrnovače a ramene

Tíha shrnovače s ramenem:

$$G_{sr} = m_{sr} \cdot g \quad (7)$$

$$G_{sr} = 51 \cdot 9,81$$

$$G_{sr} \doteq 500N$$

kde:

m_{sr} – hmotnost shrnovače s ramenem [kg]

Krouticí moment od tíhy shrnovače s ramenem působící na hřídel:

$$M_{kh} = G_{sr} \cdot x_1 \quad (8)$$

$$M_{kh} = 500 \cdot 0,44$$

$$M_{kh} \doteq 220N \cdot m$$

kde:

x_1 – vzdálenost těžiště shrnovače s ramenem od osy hřídele [m]

Z pevností podmínky v krutu byl navrhnut nejmenší průměr hřídele:

Bez ohledu na jakost materiálu se volí $\tau_D = (20 \div 25) \text{ MPa}$

$$\tau = \frac{M_{kh}}{W_{kh}} = \frac{M_{kh}}{\frac{\pi}{16} \cdot d_{hMIN}^3} \leq \tau_D \quad (9)$$

$$d_{hMIN} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{kh}}{\pi \cdot \tau_D}}$$

$$d_{hMIN} \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 220}{\pi \cdot 20 \cdot 10^{-3}}}$$

$$d_{hMIN} = 38,2637 \text{ mm}$$

kde:

W_{kh} - průřezový modul v krutu [mm^3]

τ – napětí v krutu [MPa]

τ_D – dovolené smykové napětí [MPa]

Podle vypočítaného nejmenšího průměru hřídele byl zvolen průměr hřídele $d_h = 45 \text{ mm}$.

7.4.1.2 Návrh ložisek

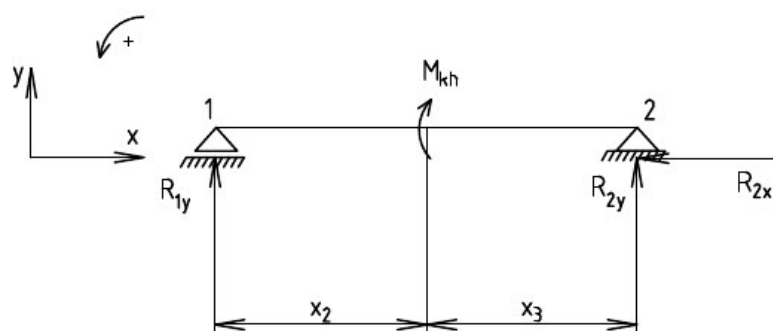
Podle velikosti prostoru na ložiska a průměr hřídele, byly navrženy do uložení kuličková ložiska jednořadá (LOŽISKO 6209 ČSN 02 4630). Kuličková ložiska se používají pro malá a střední zatížení. Vyznačují se jednoduchou konstrukcí, vyrábí se ve velkém počtu druhů, velikostech a provedeních. Vyžadují minimální údržbu.

Kontrola statické únosnosti ložiska:

Kontrola statické únosnosti ložiska se provádí, je-li otáčivý pohyb zatíženého ložiska velmi pomalý, nebo jen kývavý, ale také je-li ložisko po delší dobu v klidu (zastavení stroje).

Statická únosnost zvoleného ložiska $C_0 = 17600 \text{ N}$.

Určení reakce podpory:



Obr. 40 – Výpočet reakcí

Rovnice rovnováhy:

$$\sum F_x = 0 \quad (10)$$

$$R_{2x} = 0 \quad (11)$$

$$\sum M_1 = 0 \quad (12)$$

$$R_{2y} \cdot (x_2 + x_3) - M_{kh} = 0 \quad (13)$$

$$R_{2y} = \frac{M_{kh}}{(x_2 + x_3)}$$

$$R_{2y} = \frac{220}{(0,5195 + 0,5195)}$$

$$R_{2y} = 212N$$

$$\sum F_y = 0 \quad (14)$$

$$R_{1y} + R_{2y} = 0 \quad (15)$$

$$R_{1y} = -R_{2y}$$

$$R_{1y} = -212N$$

Na základně hodnoty C_0 vypočítáme součinitel bezpečnosti s_o pro statickou únosnost valivého ložiska.

$$s_o = \frac{C_0}{R_{2y}} \quad (16)$$

$$s_o = \frac{17600}{212}$$

$$s_o = 83$$

kde:

R_{2y} – statické radiální zatížení ložiska [N]

Výpočet ekvivalentního statického zatížení:

$$P_o = X_0 \cdot R_{2y} + Y_0 \cdot R_{2x} \quad (17)$$

kde:

X_0 - součinitel statického radiálního zatížení [–]

Y_0 - součinitel statického axiálního zatížení [–]

Protože $R_{2x} = 0N$, potom:

$$P_o = X_0 \cdot R_{2y} \quad (18)$$

$$P_o = 1 \cdot 212$$

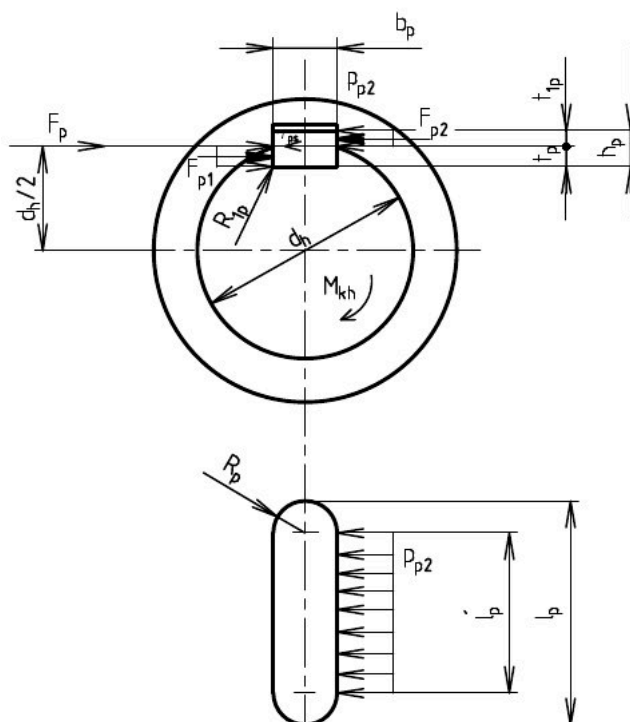
$$P_o = 212N$$

7.4.1.3 Návrh pera

Spojovací hřídelová pera se používají k přenosu točivého momentu mezi souosým hřídelem a nábojem. Točivý moment se přenáší boky per a drážek v hřídeli a náboji. Rozhodující pro zajištění správné funkce pera je kontrola boků pera a drážek na otláčení:

Podle průměru hřídele d_h bylo zvoleno PERO 14e7x9x40 ČSN 02 2562

Silové poměry ve spoji jsou patrné z obr. 41.



Obr. 41 – Silové poměry ve spoji

Výpočet zatěžující síly F_{p2} :

$$F_{p2} = \frac{M_{kh}}{\frac{d_h}{2} + \frac{t_{1p}}{2}} \quad (19)$$

$$F_{p2} = \frac{220000}{\frac{45}{2} + \frac{3,5}{2}}$$

$$F_{p2} = 9072N$$

kde:

M_{kh} - krouticí moment na hřídeli [$N \cdot mm$]

t_{1p} - hloubka drážky v náboji [mm]

Výpočet přímé části délky pera z kontroly měrného tlaku:

$$l_p' \geq \frac{F_{p2}}{p_{D2p} \cdot t_{1p}} \quad (20)$$

$$l_p' \geq \frac{9072}{120 \cdot 3,5}$$

$$l_p' = 21,6mm$$

kde:

p_{D2p} – dovolený měrný tlak na bok pera [MPa]

Výpočet potřebné délky pera:

$$l_p = l_p' + 2 \cdot R_p = l_p' + b_p \quad (21)$$

$$l_p = 21,6 + 2 \cdot 7$$

$$l_p = 35,6mm \Rightarrow 40mm$$

kde:

b_p – šířka drážky pera [mm]

Vypočtená potřebná délka pera l_p byla zaokrouhlena na nejbližší vyšší velikost řady normalizovaných délek per. Bylo zvoleno pero délky 40mm.

Výpočet střížné síly:

$$F_p = \frac{M_{kh}}{d_h/2} \quad (22)$$

$$F_p = \frac{220}{0,045/2}$$

$$F_p = 9778N$$

Kontrola pera na stříh:

$$\tau_{sp} = \frac{F_p}{l_p \cdot b_p} \leq \tau_{Dsp} \quad (23)$$

$$\tau_{sp} = \frac{9778}{40 \cdot 14}$$

$$\tau_{sp} = 17,461MPa$$

$$17,461 < 30$$

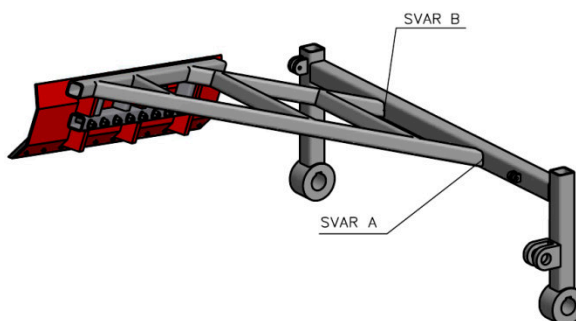
PODMÍNKA VYHOVUJE

kde:

τ_{DSp} - dovolené napětí ve střihu [MPa]

7.4.1.4 Kontrola svarů

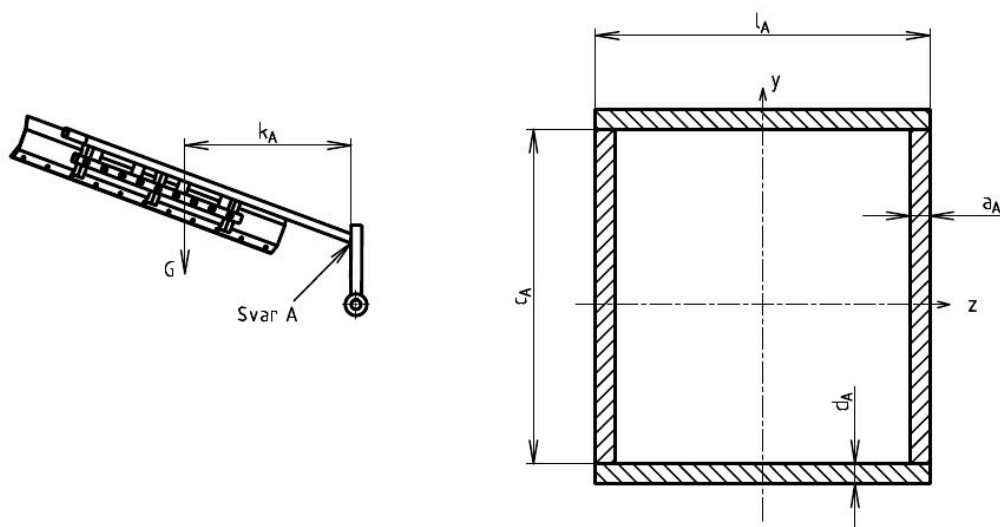
Protože bylo navrženo rameno shrnovače jako svařovaná konstrukce, bylo třeba provést na nejvíce namáhané svary pevnostní výpočet. Na obr. 42 je vidět, které svary byly zkontrolovány. Tyto svary jsou koutové po celém obvodu. Jednotlivé části ramena jsou svařeny elektrickým obloukem. Pro tuto metodu byla zvolena rutilová elektroda E-R 117, s mezí kluzu $R_{eA} = 410 \text{ MPa}$.



Obr. 42 – Vybrané svary na kontrolu

Kontrola svaru A:

Kontrola tohoto svaru je velmi důležitá, protože je to hlavní svar (spoj), kterým jsou spojeny hlavní části ramena.



Obr. 43 – Zatěžující síla s nosným průřezem svaru

Tíha přivařené konstrukce:

$$G = m_{přk} \cdot g \quad (24)$$

$$G = 35 \cdot 9,81$$

$$G \doteq 350N$$

kde:

$m_{přk}$ – hmotnost přivařené konstrukce [kg]

Maximální síla působící na svar:

$$F_A = \frac{G}{2} \quad (25)$$

$$F_A = \frac{350}{2} = 175N$$

kde:

G – tíha přivařené konstrukce [N]

Kvadratický moment průřezu svaru vůči ose z:

$$J_{ZA} = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot c_A^3 \cdot a_A + \frac{1}{12} \cdot a_A^3 \cdot l_A + a_A \cdot l_A \cdot \left(\frac{c_A}{2} + \frac{a_A}{2} \right)^2 \right] \quad (26)$$

$$J_{ZA} = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 40^3 \cdot 3 + \frac{1}{12} \cdot 3^3 \cdot 46 + 3 \cdot 46 \cdot \left(\frac{40}{2} + \frac{3}{2} \right)^2 \right]$$

$$J_{ZA} = 159788mm^2$$

kde:

c_A – délka svaru [mm]

$a_A = d_A$ – šířka svaru [mm]

l_A – délka svaru [mm]

Výpočet napětí ve svaru při namáhání na ohyb:

$$\tau_{\perp A} = \frac{M_{OSVA}}{W_{OSVA}} = \frac{F_A \cdot k_A}{\frac{J_{ZA}}{e_A}} \quad (27)$$

$$\tau_{\perp A} = \frac{175 \cdot 415}{\frac{159788}{23}}$$

$$\tau_{\perp A} = 10,5 MPa$$

kde:

k_A – délka ramena od působíště maximální síly [mm]

Výpočet napětí ve svaru při namáhání na smyk:

$$\tau_{\parallel A} = \frac{F_A}{2 \cdot c_A \cdot a_A} \quad (28)$$

$$\tau_{\parallel A} = \frac{175}{2 \cdot 40 \cdot 3}$$

$$\tau_{\parallel A} = 0,729 MPa$$

$$z_A = \sqrt{2} \cdot a_A \quad (29)$$

$$z_A = \sqrt{2} \cdot 3$$

$$z_A = 4,23 mm$$

Součinitel tloušťky koutového svaru:

$$\beta = 1,3 - 0,03 \cdot z_A \quad \text{pro } z_A < 10 [mm] [21].$$

$$\beta = 1,3 - 0,03 \cdot z_A \quad (30)$$

$$\beta = 1,3 - 0,03 \cdot 4,23$$

$$\beta = 1,1731$$

Dovolené napětí ve svaru:

$$\tau_{DSVA} = \beta \cdot \sigma_{DOV} = \beta \cdot \frac{R_{eA}}{k_{SA}} \quad (31)$$

$$\tau_{DSVA} = 1,1731 \cdot \frac{410}{1,5}$$

$$\tau_{DSVA} = 320,7 MPa$$

kde:

k_A – součinitel statické bezpečnosti [–]

Pevnostní podmínka:

$$\tau_{redA} = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\parallel A}}{k_4}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\perp A}}{k_3}\right)^2} \leq \tau_{DSVA} \quad (32)$$

$$\tau_{redA} = \sqrt{\left(\frac{0,729}{0,65}\right)^2 + \left(\frac{10,5}{0,75}\right)^2}$$

$$\tau_{redA} = 14,05 MPa$$

kde:

k_3 – převodní součinitel čelní [–]

k_4 – převodní součinitel boční [–]

$$\tau_{redA} < \tau_{DSVA} \quad (33)$$

$$14,05 < 320,7$$

PODMÍNKA VYHOVUJE

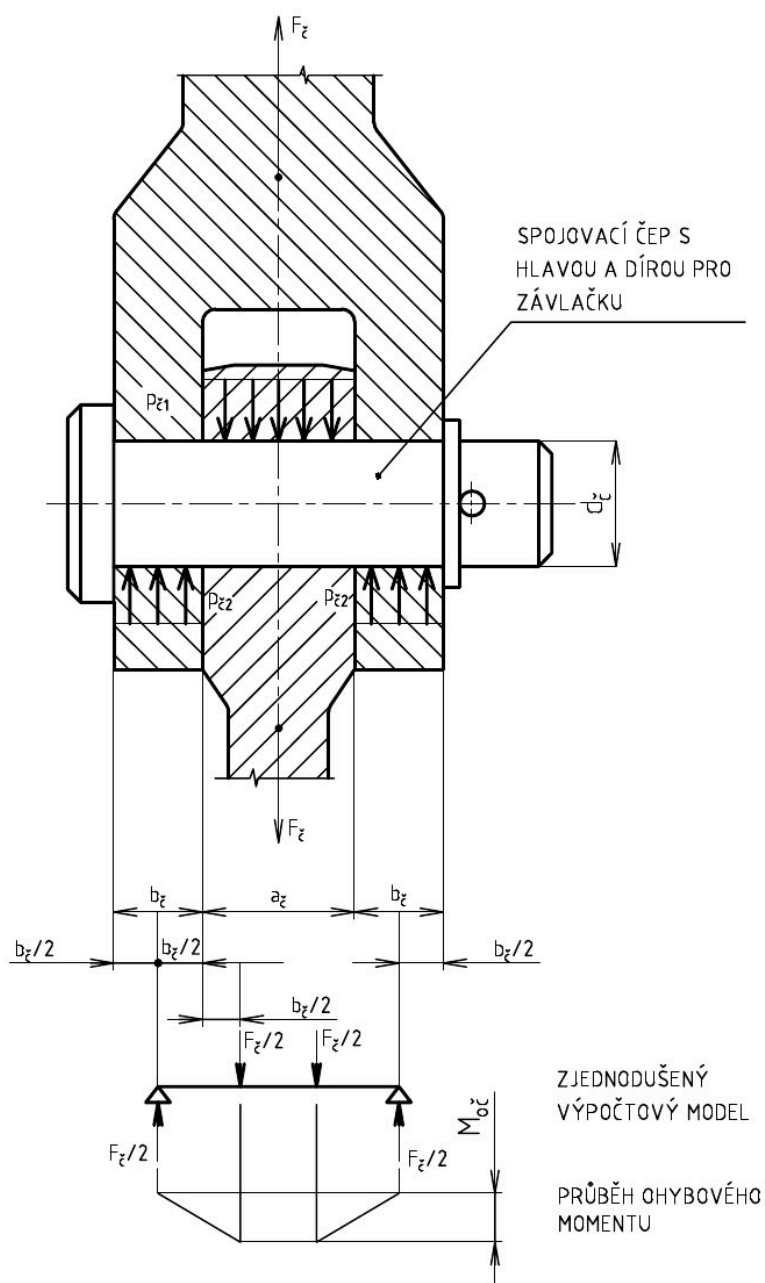
Kontrola svaru B

Svar B je totožný se svarem A, je stejně namáhám. Platí stejná podmínka podle vzorce (33).

7.4.1.5 Kontrola čepu

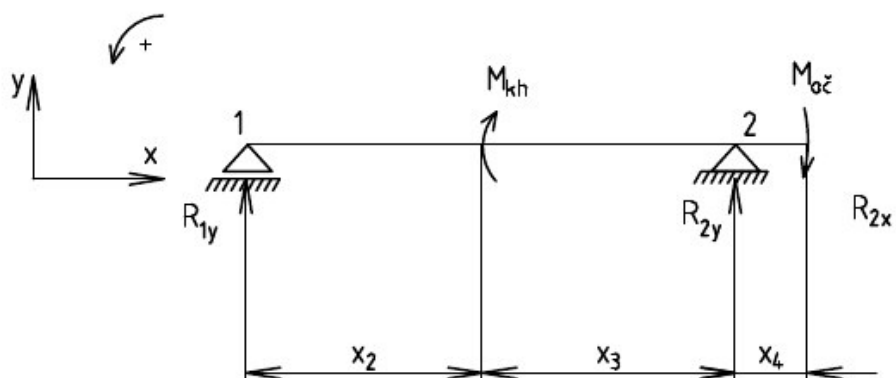
Spojovací čepy se používají ke spojení strojních součástí, které přenáší tlakovou nebo tahovou sílu kolmou na osu čepu. Současně umožňují vzájemný pohyb spojených součástí. Čepy se ukládají s vůlí.

Pro spojení rámu s hydraulickým pístem (obr. 44) byl použit stávající čep s hlavou. Vzhledem k tomu, že je čep uložen s vůlí, je namáhám na ohyb a smyk od posouvající síly.



Obr. 44 – Namáhání čepu silou F_z

Posouvající síla působící na čep byla vypočítána z ohybového momentu $M_{o\check{c}}$, kterým musí hydraulický píst působit na hřídel.



Obr. 45 – Výpočet $M_{o\check{c}}$

Rovnice rovnováhy:

$$\sum M_2 = 0 \quad (34)$$

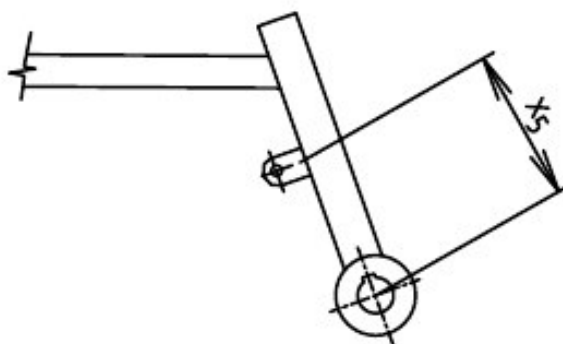
$$-R_{1y} \cdot (x_2 + x_3) - M_{kh} + M_{o\check{c}} = 0 \quad (35)$$

$$M_{o\check{c}} = M_{kh} + R_{1y} \cdot (x_2 + x_3)$$

$$M_{o\check{c}} = 220 + 212 \cdot (0,5194 + 0,5914)$$

$$M_{o\check{c}} = 440,268 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Osa čepu je od osy hřídele ve vzdálenosti $x_5 = 0,16 \text{ m}$ (obr. 46).



Obr. 46 – vzdálenost osy čepu od osy hřídele

Posouvající síla $F_{\check{c}}$:

$$F_{\check{c}} = \frac{M_{o\check{c}}}{x_5} \quad (36)$$

$$F_{\check{c}} = \frac{440,2680}{0,16}$$

$$F_{\check{c}} \doteq 2752N$$

Pro čep $d_{\check{c}} = 30mm$ z materiálu 11 500 platí:

Dovolené napětí ve smyku $\tau_{D\check{c}} = 70MPa$, dovolené měrné tlaky $p_{D\check{c}} = 120MPa$

Pro použitý čep byla provedena kontrola na smyk.

Kontrola čepu na smyk:

$$\tau_{MAX\check{c}} = \frac{4}{3} \cdot \frac{F_{\check{c}}}{\pi \cdot \frac{d_{\check{c}}^2}{4}} = \frac{16 \cdot F_{\check{c}}}{3 \cdot \pi \cdot d_{\check{c}}^2} \leq \tau_{D\check{c}} \quad (37)$$

$$\frac{16 \cdot F_{\check{c}}}{3 \cdot \pi \cdot d_{\check{c}}^2} \leq \tau_{D\check{c}}$$

$$\frac{16 \cdot 2752}{3 \cdot \pi \cdot 30^2} \leq 70$$

$$5,1910 < 70$$

PODMÍNKA VYHOVUJE

kde:

$\tau_{MAX\check{c}}$ - maximální smykové napětí v čepu $[MPa]$

$\tau_{D\check{c}}$ – dovolené napětí ve smyku čepu $[MPa]$

Kontrola měrného tlaku v táhle:

$$p_{\check{c}1} = \frac{F_{\check{c}}}{a_{\check{c}} \cdot d_{\check{c}}} \leq p_{D\check{c}} \quad (38)$$

$$p_{\check{c}1} = \frac{2752}{20 \cdot 30}$$

$$p_{\check{c}1} = 3,988MPa$$

$$3,988 < 120$$

PODMÍNKA VYHOVUJE

kde:

$a_{\check{c}}$ – šířka táhla $[mm]$

$p_{D\check{c}}$ – dovolený měrný tlak $[MPa]$

Kontrola měrného tlaku ve vidlici:

$$p_{\check{c}2} = \frac{\frac{F_{\check{c}}}{2}}{b_{\check{c}} \cdot d_{\check{c}}} \leq p_{D\check{c}} \quad (39)$$

$$p_{\check{c}2} = \frac{\frac{2752}{2}}{17,5 \cdot 30}$$

$$p_{\check{c}2} = 2,621 MPa$$

$$2,621 < 120$$

PODMÍNKA VYHOVUJE

kde:

$b_{\check{c}}$ – šířka vidlice $[mm]$

8 Návrh válečkové stolice s kluznou deskou

Válečková stolice s kluznou deskou byla navržena tak, aby se jednoduše dala namontovat na stávající konstrukci pásového dopravníku a aby se její komponenty, ze kterých je složena, daly jednoduše v případě poruchy či údržby měnit.

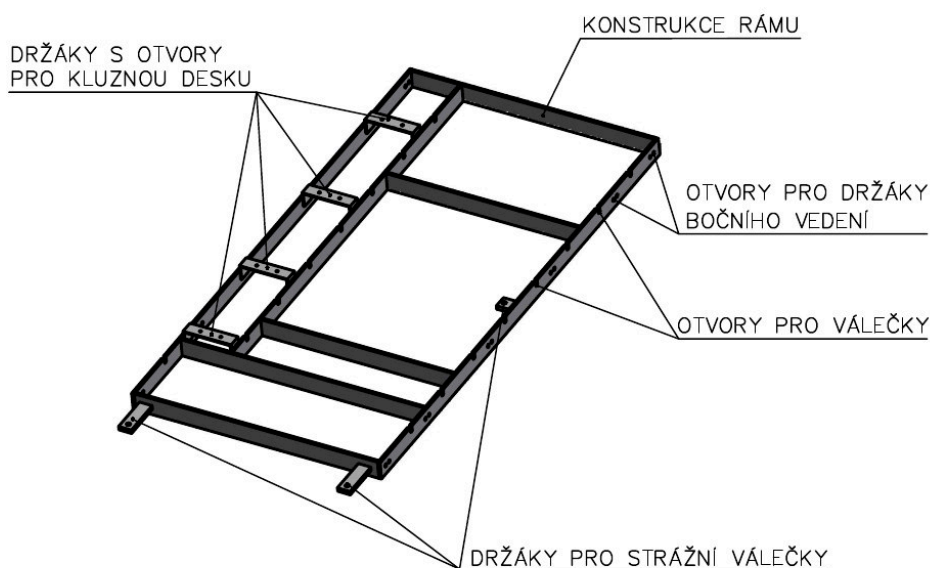
Navržená válečková stolice s kluznou deskou se skládá z několika hlavních částí:

- rám
- válečky
- kluzná deska
- boční vedení
- strážní válečky

8.1 Návrh rámu

Pro jednoduchost výroby byl rám navržen z normalizovaných konstrukčních profilů. Konstrukce rámu je z normalizovaných konstrukčních profilů svařena.


3D model navrhnutého rámu válečkové stolice s kluznou deskou je vidět na obr. 47. Základní rozměr rámu je 2000mm x 980mm. Na rámu byly vytvořeny otvory pro přišroubování držáků bočního vedení, otvory pro zasazení válečků, byly přivařeny držáky strážních válečků.

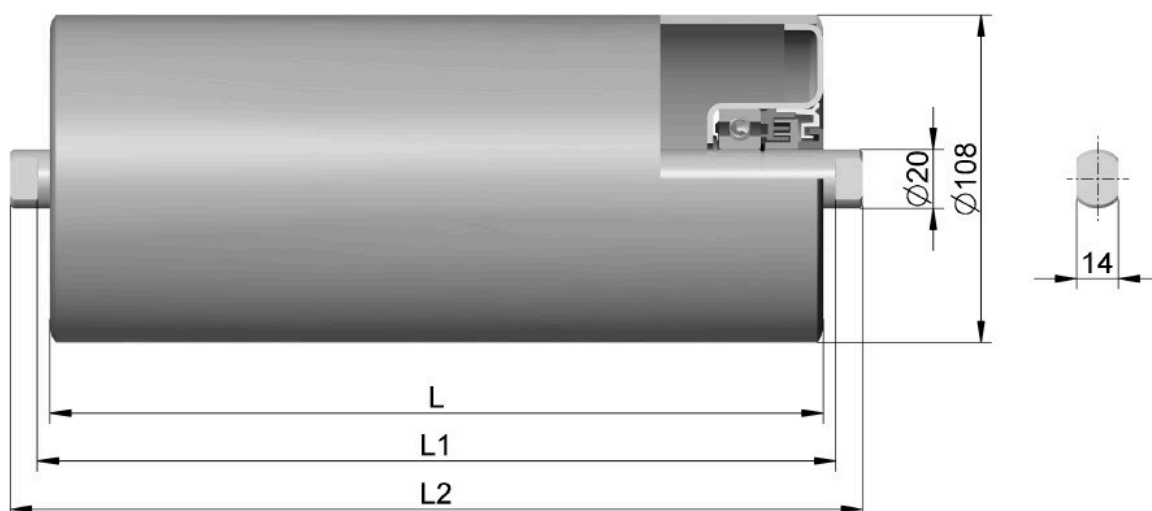


Obr. 47 – 3D model rámu




8.2 Volba válečků

Pro válečkovou stolicí bylo zvoleno 7 válečků $\phi D_7 = 108 \text{ mm}$, $L_7 = 750 \text{ mm}$. Válečky byly voleny z katalogu firmy TRANSROLL – CZ, a.s. (obr. 48). 3D model rámu se vsazenými válečky lze vidět na obr. 49.

	VÁLEČEK HLADKÝ Ø108 × L / 6204	Typ: 20054
---	---	-----------------------------



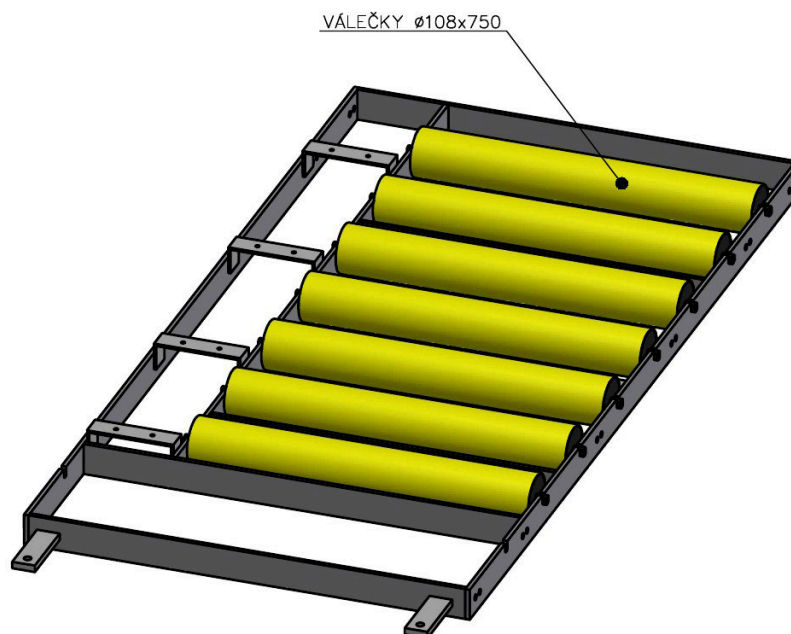
- plášť z ocelové trubky o síle stěny 3 mm
- čela tažená z ocelového plechu svařená s pláštěm
- kuličková ložiska 6204 C3
- dvoustupňové labyrintové těsnění s tukovou předkomůrkou

Pro typ stolice a šířku pásu:			Název – rozměr: Vál. hl. 108×L/6204	Označení	Rozměry [mm]		Hmotnost [kg]	
					L1	L2	rot. dílů	celková
		400	108×160 / 6204	3-20054-00535	168	186	1,7	2,3
		500	108×200 / 6204	3-20054-00122	208	226	2,0	2,7
		650	108×250 / 6204	3-20054-00123	258	276	2,4	3,2
		800	108×315 / 6204	3-20054-00125	323	341	2,9	3,9
		1000	108×380 / 6204	3-20054-00127	388	406	3,4	4,6
		1200	108×465 / 6204	3-20054-00129	473	491	4,1	5,4
400			108×500 / 6204	3-20054-00853	508	546	4,3	5,8
500			108×600 / 6204	3-20054-00544	608	646	5,1	6,8
650			108×750 / 6204	3-20054-00380	758	796	6,3	8,4
800			108×950 / 6204	3-20054-00555	958	996	7,8	10,4
1000			108×1150 / 6204	3-20054-00146	1158	1196	9,4	12,5
1200			108×1400 / 6204	3-20054-00149	1408	1446	11,3	15,0

Povrchová úprava:

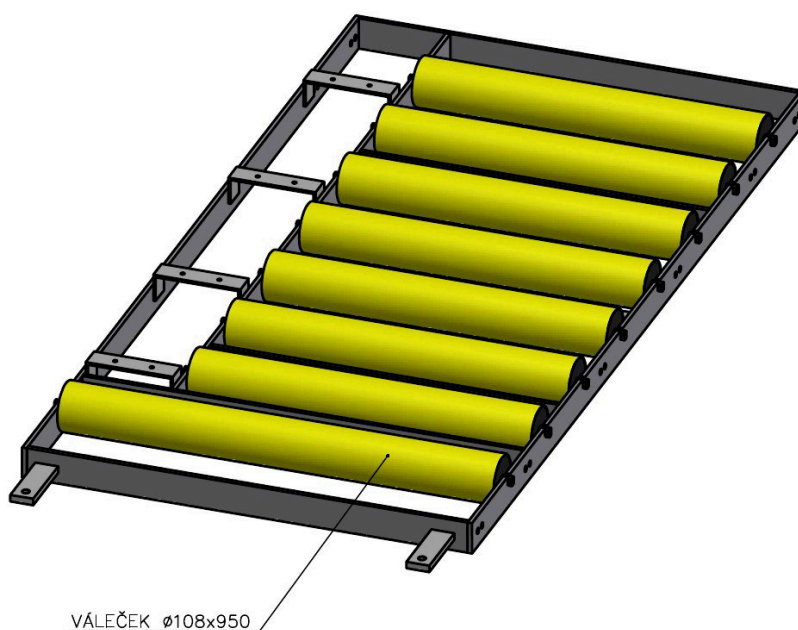
přáskový lak polyesterový RAL 1003

Obr. 48 - Vlastnosti zvoleného válečku 108x750 [10]



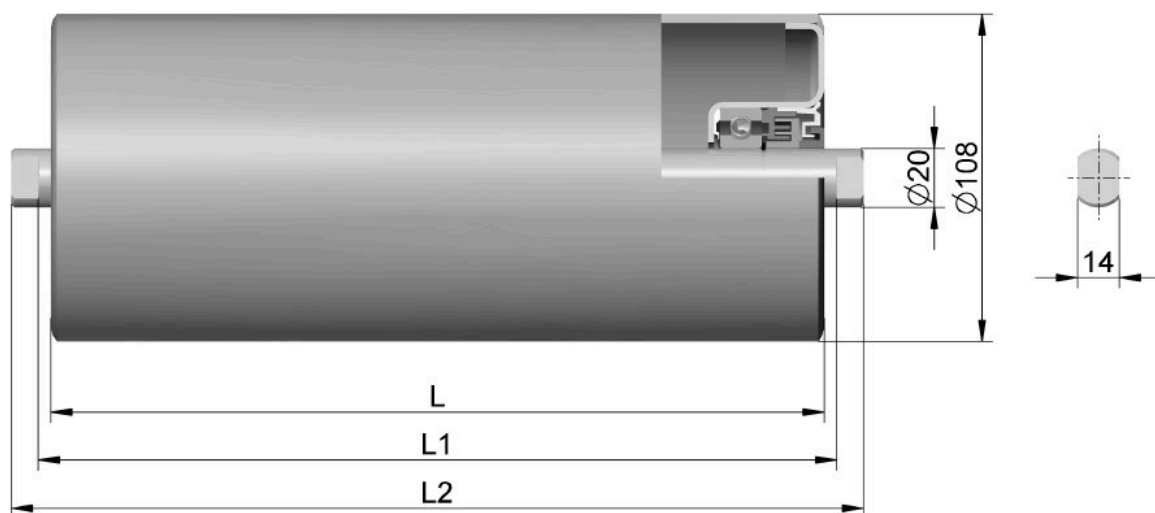
Obr. 49 – 3D model rámu s válečky

Dále byl na válečkovou stolicí navržen jeden váleček $\phi D_1 = 108mm$, $L_1 = 950mm$ (obr. 50). Byl navržen z důvodu bezpečného njetí dopravního pásu z tříválečkové stolice na jednoválečkovou stolicí s kluznou deskou. Tento váleček byl navržen z katalogu firmy TRANSROLL – CZ, a. s. (obr. 51).






Obr. 50 – 3D model rámu s válečky a s předním válečkem

	VÁLEČEK HLADKÝ ø108 × L / 6204	Typ: 20054
---	---	-----------------------------



- plášť z ocelové trubky o síle stěny 3 mm
- čela tažená z ocelového plechu svařená s pláštěm
- kuličková ložiska 6204 C3
- dvoustupňové labyrintové těsnění s tukovou předkomůrkou

Pro typ stolice a šířku pásu:			Název – rozměr: Vál. hl. 108×L/6204	Označení	Rozměry [mm]		Hmotnost [kg]	
					L1	L2	rot. dílů	celková
		400	108×160 / 6204	3-20054-00535	168	186	1,7	2,3
		500	108×200 / 6204	3-20054-00122	208	226	2,0	2,7
		650	108×250 / 6204	3-20054-00123	258	276	2,4	3,2
		800	108×315 / 6204	3-20054-00125	323	341	2,9	3,9
		1000	108×380 / 6204	3-20054-00127	388	406	3,4	4,6
		1200	108×465 / 6204	3-20054-00129	473	491	4,1	5,4
400			108×500 / 6204	3-20054-00853	508	546	4,3	5,8
500			108×600 / 6204	3-20054-00544	608	646	5,1	6,8
650			108×750 / 6204	3-20054-00380	758	796	6,3	8,4
800			108×950 / 6204	3-20054-00555	958	996	7,8	10,4
1000			108×1150 / 6204	3-20054-00146	1158	1196	9,4	12,5
1200			108×1400 / 6204	3-20054-00149	1408	1446	11,3	15,0

Povrchová úprava:

přáškový lak polyesterový RAL 1003

Obr. 51 - Vlastnosti zvoleného válečku 108x950 [10]

8.3 Volba kluzné desky

Hlavním úkolem kluzné desky (obr. 52) je odvést dopravovaný materiál do výsypky, aniž by došlo k padání dopravovaného materiálu mezi válečky, rám a výsypku. Kluzná deska je k rámu přišroubována šrouby, které jsou dostatečně zapuštěné, aby nedošlo ke kontaktu hlav šroubů a dopravního pásu a tím k jeho prořezávání (obr. 53). Při opotřebování či jiné poruše lze kluznou desku jednoduše vyměnit.

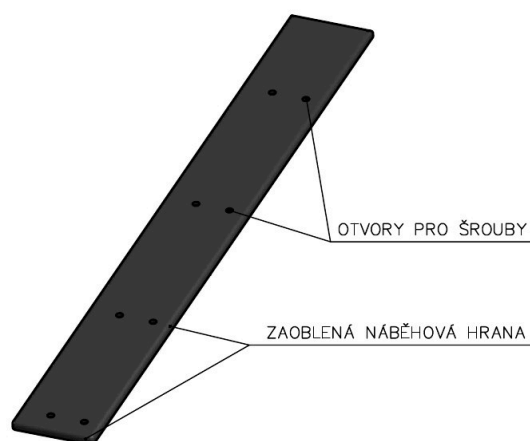
Materiál kluzné desky:

Byl zvolen materiál **ZEDEX 100K** od firmy Wolko-plast, s.r.o.

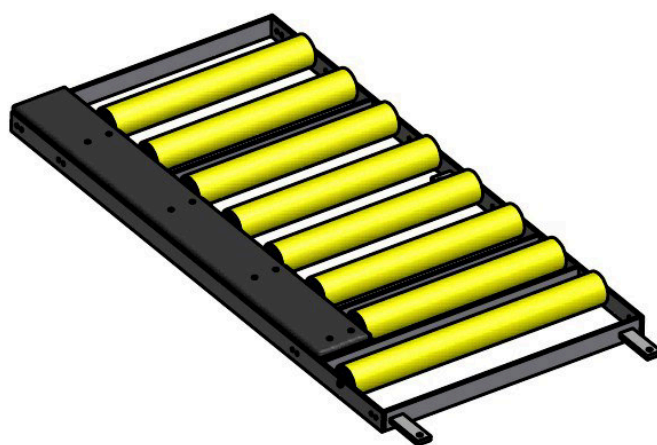
Materiál ZEDEX 100 je termoplastický materiál se špičkovými kluznými vlastnostmi a širokým záběrem použití, jehož výhody vyniknou při provozu "za sucha" - bez mazání. Má nízkou míru opotřebení, vysokou zatížitelnost, dokáže dobře tlumit vibrace a do značné míry tolerovat geometrické nepřesnosti kluzné protiplochy. [11]

Materiál je vyráběn ve třech provedeních, a to ZEDEX 100A, ZEDEX 100K, ZEDEX 100MT.

ZEDEX 100K je určen pro vysoké mechanické zatížení, polotovary (většinou tyčový materiál, případně hranoly a desky) se vyrábí protlačováním z plastizovaného granulátu přes průvlak na extrudoru s následným tepelným zpracováním. Většina sortimentu je v tomto provedení. [11]



Obr. 52 – 3D model kluzné desky



Obr. 53 – Přišroubovaná kluzná deska k rámu

Navržená kluzná deska je dlouhá 1650mm, široká 195mm. Její tloušťka je 20mm

8.4 Volba bočního vedení

Při stávající dopravě paliva dochází při shrnování k sypání paliva mimo výsypku. Před tímto místem dochází ke změně proudu dopravovaného materiálu z tříválečkové stolice na jednoválečkovou stolic. Jednoválečková stolice musí být schopna dopravovaný materiál z tříválečkové stolice pojmout. Za stávajícího stavu to není možné. Proto bylo navrženo boční vedení dopravovaného materiálu.

Požadovaný průřez náplně pásu (tříválečkové uspořádání obr. 54):

$$S_p = \frac{Q}{3,6 \cdot k_\varphi \cdot \rho_s \cdot v} \quad (40)$$

$$S_p = \frac{250}{3,6 \cdot 0,8 \cdot 900 \cdot 1,6}$$

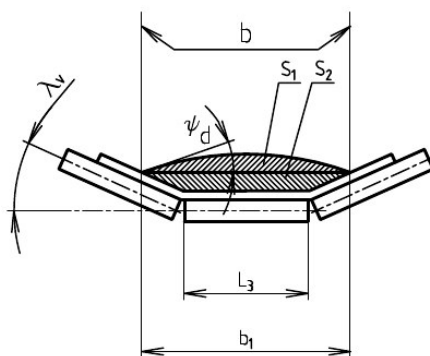
$$S_p = 0,0603 \text{ m}^2$$

$$k_\varphi \in \langle 0,7; 0,9 \rangle \Rightarrow \text{bylo zvoleno } k_\varphi = 0,8$$

kde:

k_φ – koeficient plnění [–]

ρ_s – sypná hmotnost [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]



Obr. 54 – tříválečkové uspořádání (horní větev)

Využitá ložná šířka pásu:

$$b = 0,9 \cdot B - 0,05 \quad (41)$$

$$b = 0,9 \cdot 0,8 - 0,05$$

$$b = 0,6700 \text{ m}$$

kde:

B – šířka dopravního pásu [m]

$$b_1 = b \cdot \cos \lambda_v + L_3 \cdot (1 - \cos \lambda_v) \quad (42)$$

$$b_1 = 0,67 \cdot \cos 30 + 0,315 \cdot (1 - \cos 30)$$

$$b_1 = 0,6220m$$

kde:

λ_v – úhel sklonu bočních válečků [°]

L_3 – délka středního válečku [m]

Výpočet náplně pásu (tříválečkové uspořádání obr. 47):

$$S = S_1 + S_2 = \frac{1}{6} \cdot b_1^2 \cdot \operatorname{tg} \psi_d + \frac{1}{4} \cdot (b_1^2 - L_3^2) \cdot \operatorname{tg} \lambda_v \quad (43)$$

$$S = \frac{1}{6} \cdot 0,622^2 \cdot \operatorname{tg} 17 + \frac{1}{4} \cdot (0,6220^2 - 0,315^2) \cdot \operatorname{tg} 30$$

$$S = 0,0916m^2$$

kde:

ψ_d – dynamický sypaný úhel [°]

Porovnání S a S_p :

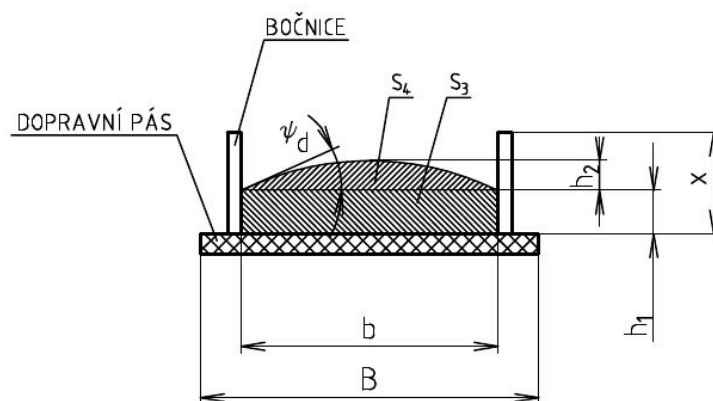
$$S \geq S_p \quad (44)$$

$$0,0916 > 0,0603 \Rightarrow \text{PODMÍNKA VYHOVUJE}$$

Umístění bočnic (šířka mezi bočnicemi) bylo navrženo na hodnotu využití ložné šířky pásu b , dle vzorce (41). Schéma návrhu je na obr. 55.

Při návrhu výšky bočnic X bylo uvažováno, že se dopravovaný materiál bude při najetí z tříválečkového uspořádání válečků na ploché uspořádání válečků chovat podle obr. 55.

Průřez náplně pásu se bude skládat z ploch S_3 a S_4 .



Obr. 55 – Schéma návrhu bočnic

Požadovaný průřez náplně pásu S_p musí být dodržen na celém pásovém dopravníku.

$$S_p = S_x \quad (45)$$

Výška bočního vedení x byla navrhována z výšek materiálu h_1 a h_2 .

Výpočet výšky h_1 :

$$S_x = S_3 + S_4 = \frac{1}{6} \cdot b^2 \cdot \operatorname{tg} \psi_d + b \cdot h_1 \quad (46)$$

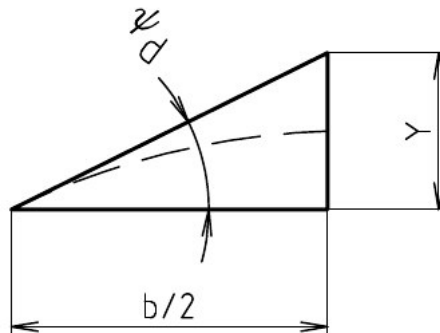
$$h_1 = \frac{S_x - \left(\frac{1}{6} \cdot b^2 \cdot \operatorname{tg} \psi_d \right)}{b}$$

$$h_1 = \frac{0,0603 - \left(\frac{1}{6} \cdot 0,67^2 \cdot \operatorname{tg} 17 \right)}{0,67}$$

$$h_1 = 0,0559 \text{ m} \doteq 56 \text{ mm}$$

Výpočet výšky h_2 :

Výška h_2 se přibližně rovná polovině hodnoty Y z trojúhelníku na obr. 56.



Obr. 56 – Výpočet h_2

$$\operatorname{tg} \psi_d = \frac{Y}{b/2} \quad (47)$$

$$Y = \operatorname{tg} \psi_d \cdot \frac{b}{2}$$

$$Y = \operatorname{tg} 17^\circ \cdot \frac{0,67}{2}$$

$$Y = 0,1020 \text{ m}$$

$$h_2 \cong \frac{Y}{2} \quad (48)$$

$$h_2 \cong \frac{0,1020}{2}$$

$$h_2 \cong 0,0510 \text{ m} = 51 \text{ mm}$$

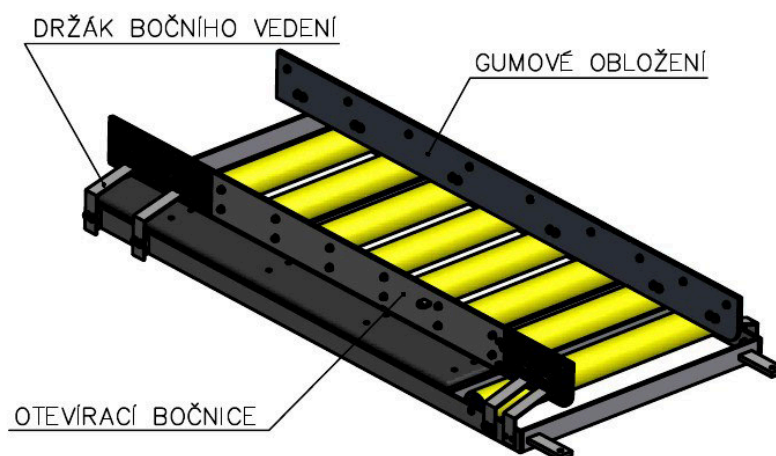
Volba výšky bočnic:

$$X = h_1 + h_2 \quad (49)$$

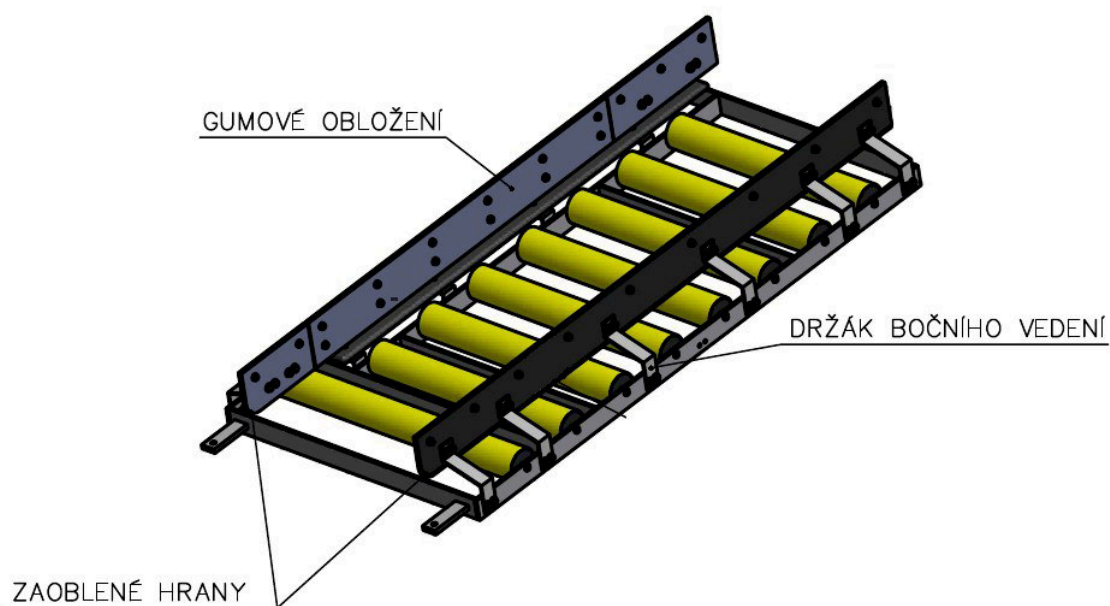
$$X = 51 + 56$$

$$X = 107 \Rightarrow \text{VOLBA VÝŠKY } X = 150 \text{ mm}$$

Boční vedení materiálu bylo navrženo z plechu tloušťky 3mm. Aby bylo možné mít spodní část bočního vedení co nejblíže dopravnímu pásu, bylo navrženo obložení plechu gumou tloušťky 10mm. Nevýhodou tohoto obložení je zvýšení tření materiálu vůči bočnímu vedení. Výhodou je však bezproblémový kontakt gumy s dopravním pásem. Gumové obložení je k plechovým bočnicím přišroubováno. Pro zajištění bezpečného najetí dopravního pásu na válečkovou stolicí byla hrana plechové bočnice s gumovou obložkou zaoblена. K rámu válečkové stolice jsou přišroubovány držáky bočního vedení, ke kterým je boční vedení přišroubováno. 3D model navrženého bočního vedení přišroubovaného na rámu válečkové stolice je vidět na obr. 57 a obr. 58.



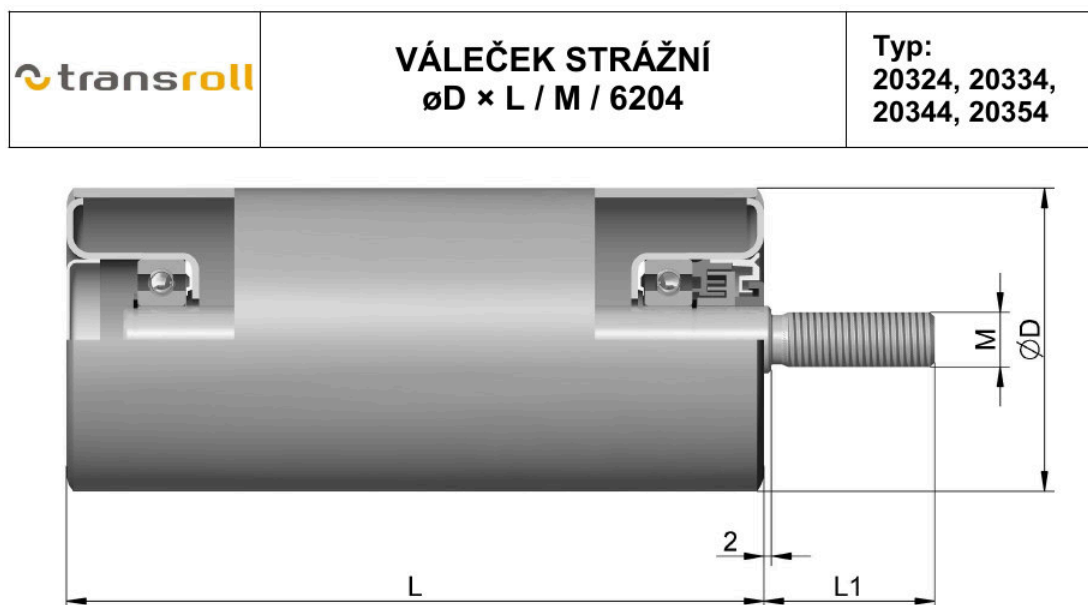
Obr. 57 – 3D model navrženého bočního vedení – pohled na bočnici u výsyvky



Obr. 58 – 3D model navrženého bočního vedení – pohled na pravou část

8.5 Volba strážních válečků

Jako vedení a ochranu proti vybočování dopravního pásu mimo svou osu bylo zvoleno použití několika strážních válečků. S ohledem na konstrukci rámu a válečkové stolice byl zvolen strážní váleček $\phi D_s = 63 \text{ mm}$, $L_s = 160 \text{ mm}$. (obr. 59). Tyto válečky byly zvoleny z katalogu produktů firmy TRANSROLL – CZ, a.s.



- plášť z ocelové trubky o síle stěny t
- čela tažená z ocelového plechu svařená s pláštěm nebo zalemovaná
- kuličková ložiska 6204 C3
- dvoustupňové labyrintové těsnění s tukovou předkomůrkou
- osa válečku je ukončena vnějším závitem M

Název – rozměr: Vál. str. D×L/M/6204	Označení	Rozměry [mm]		Hmotnost [kg]
		L1	t	
63×100 / M16	3-20324-00007	47	3	1,2
63×125 / M16	3-20324-00008	52	3	1,3
63×150 / M16	3-20324-00006	47	3	1,5
63×160 / M16	3-20324-00014	47	3	1,6
63×200 / M16	3-20324-00011	47	3	1,8
76×100 / M16	3-20334-00048	50	3	1,3
89×100 / M16	3-20344-00009	47	3	1,4
89×150 / M16	3-20344-00010	47	3	1,9
89×160 / M16	3-20344-00011	62	3	2,0
89×200 / M16	3-20344-00014	62	3	2,3
108×160 / M16	3-20354-00075	62	3	2,3
108×160 / M20	3-20354-00071	102	3,5	2,4
108×200 / M20	3-20354-00070	102	3,5	2,8

Povrchová úprava:

přáškový lak polyesterový RAL 1003

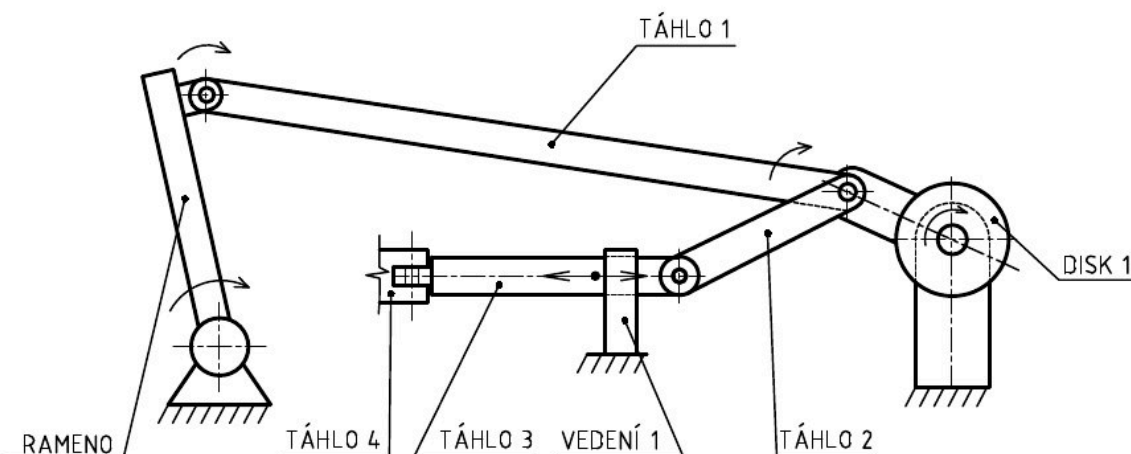
Obr. 59 – Vlastnosti zvoleného strážního válečku [10]

9 Návrh otvírání bočního vedení

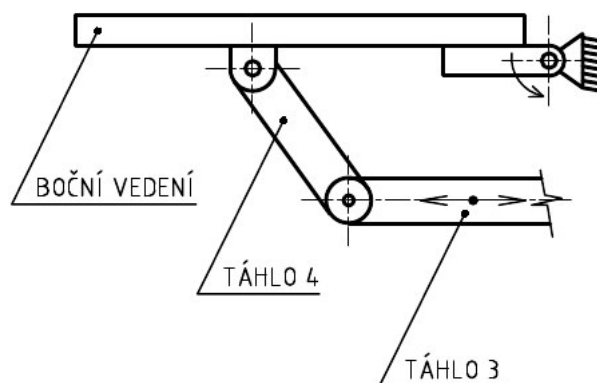
Aby nedocházelo k padání dopravovaného materiálu mimo výsypku a mimo boční vedení, byl shrnovač navržen přes celou šířku bočního vedení. Bylo proto navrženo otevírání a zavírání části bočního vedení. Při najíždění shrnovače do provozu (shrnování) musí být zabezpečeno otevření bočního vedení. Naopak při najíždění shrnovače do nepracovní polohy se musí bočnice uzavřít, aby doprava materiálu mohla pokračovat na další pásový dopravník. Bylo navrženo otočné otvírání bočního vedení.

9.1 Otvírání bočního vedení

Schéma principu otvírání bočního vedení na straně výsypky je na obr. 60 a obr. 61.



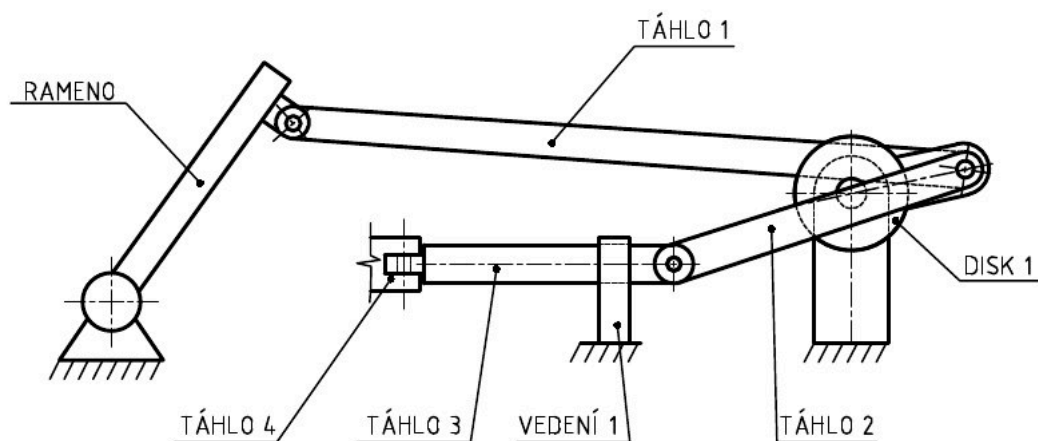
Obr. 60 – Schéma principu otvírání na straně výsypky – pohled z boku



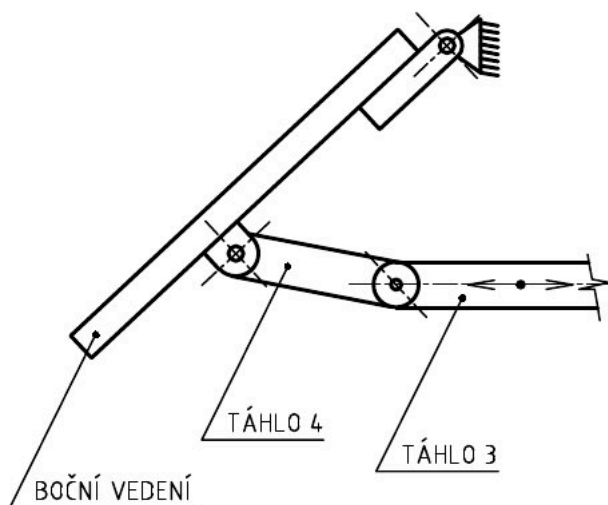
Obr. 61 – Schéma principu otvírání na straně výsypky – pohled shora

Popis principu navrženého mechanismu otvírání bočního vedení na straně výsypky:

Na obr. 60 je znázorněna situace, kdy je bočnice uzavřena. Rameno se začne otáčet kolem osy svého uložení. Táhlo 1, které je k ramenu pomocí čepu otočně uloženo, se začne pohybovat. Tím začne otáčet diskem 1 kolem své osy. Táhlo 1 je k disku 1 připojeno pomocí čepu. Ke stejnému čepu je připojeno i táhlo 2. Táhlo 2 je k táhlu 3 opět připojeno čepem. Tímto vzájemným spojením vzniká převod rotačního pohybu z ramena přes táhlo 1, disk 1 a táhlo 2 na posuvný pohyb táhla 3. Vodorovná poloha táhla 3 je zabezpečena pomocí vedení 1. Na táhlo 3 navazuje táhlo 4 (obr. 61). Obě tato táhla jsou navzájem spojena čepem a umožňují vzájemné otáčení vůči sobě. Táhlo 4 je k bočnímu vedení připojeno opět čepem. Na obr. 62 a obr. 63 je situace, kdy je bočnice otevřena a může docházet k padání materiálu do výsypky.

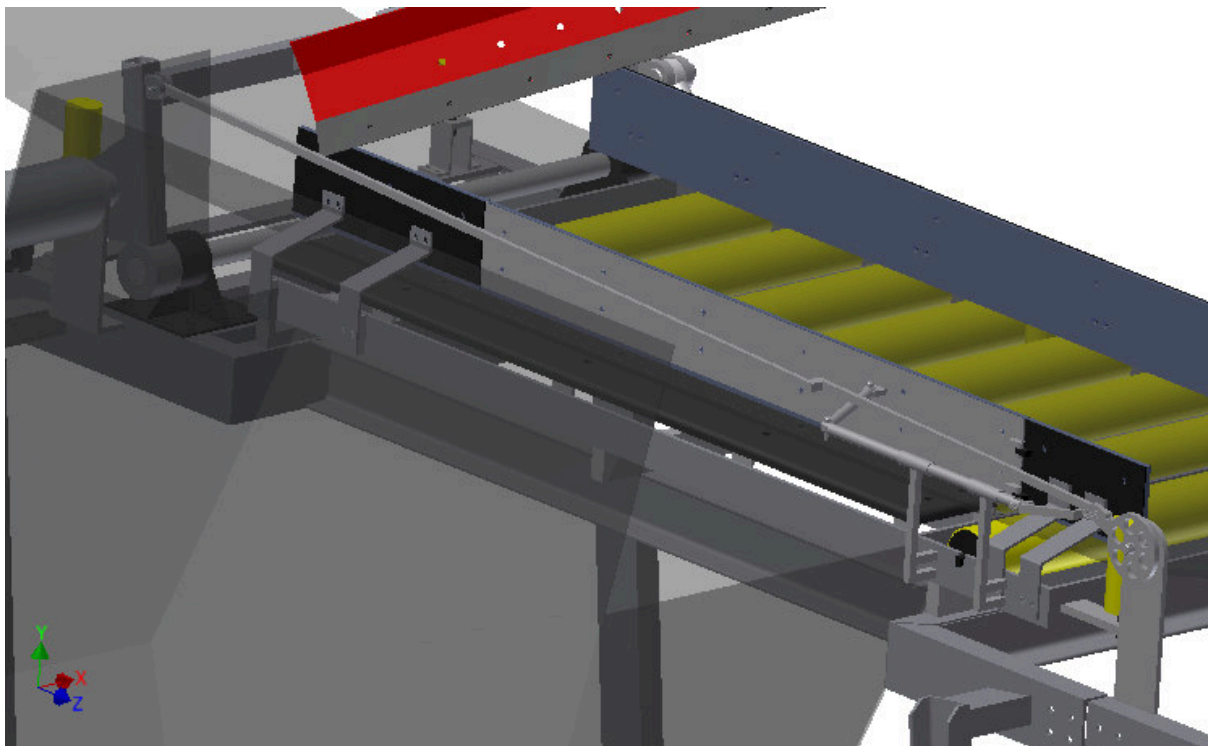


Obr. 62 – Schéma polohy mechanismu při otevřené bočnici na straně výsypky – pohled z boku

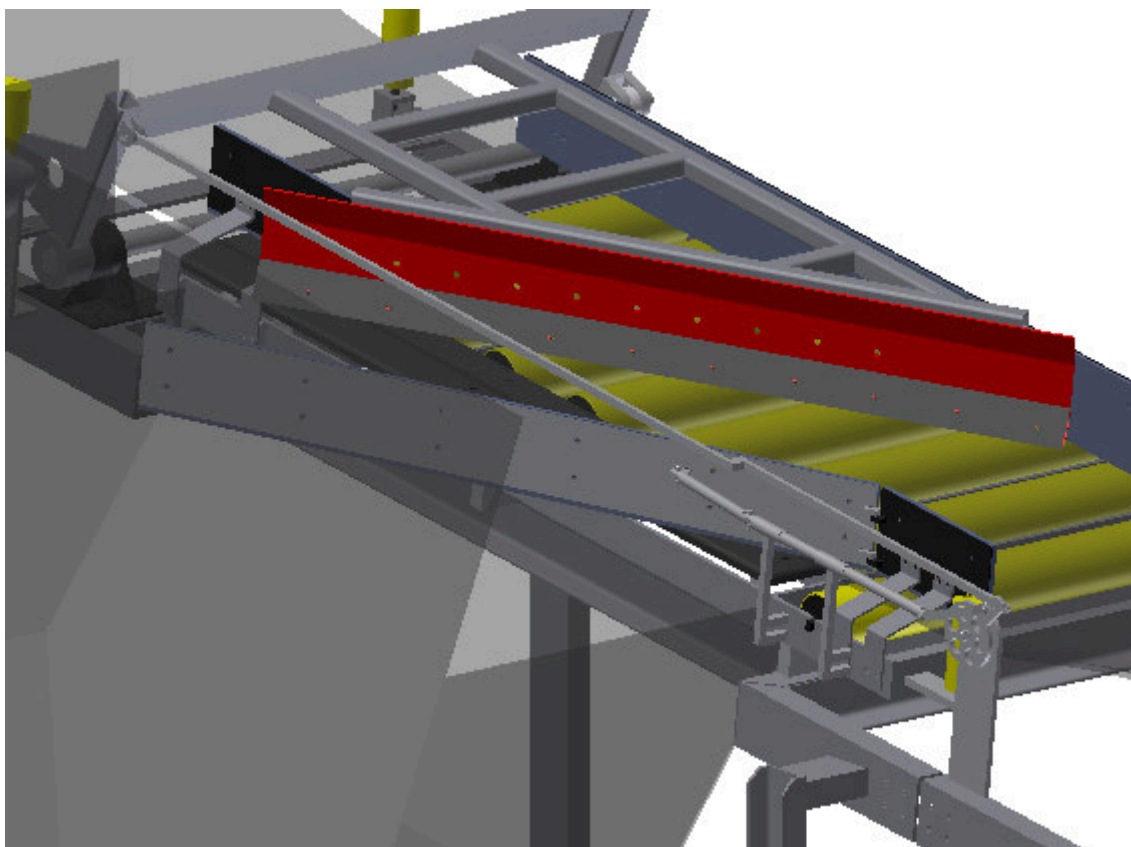


Obr. 63 – Schéma polohy mechanismu při otevřené bočnici na straně výsypky – pohled shora

3D model zavřeného a otevřeného bočního vedení na straně výsypky je na obr. 64 a obr. 65.



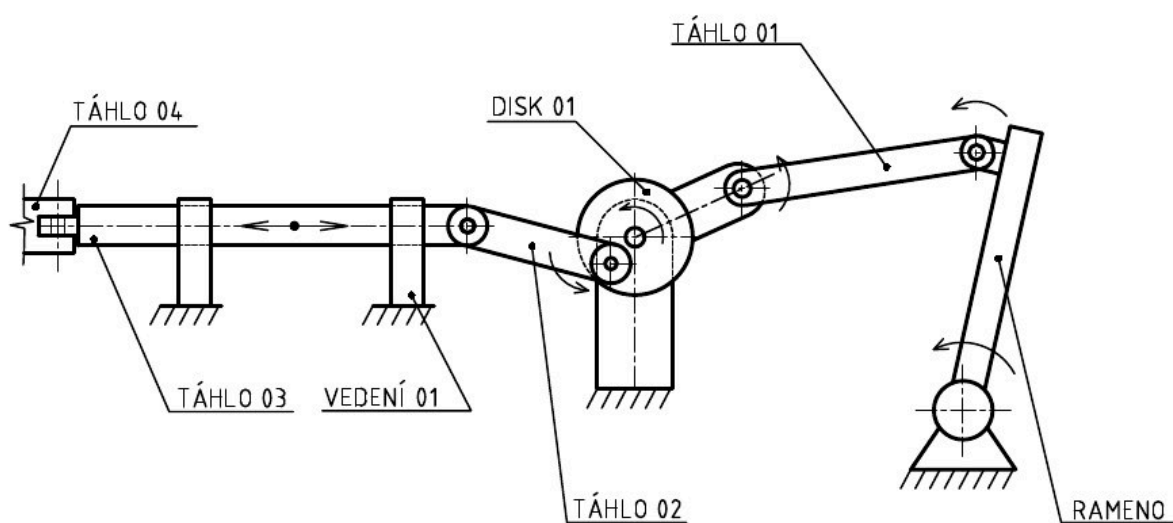
Obr. 64 – 3D model zavřené bočnice na straně výsypky



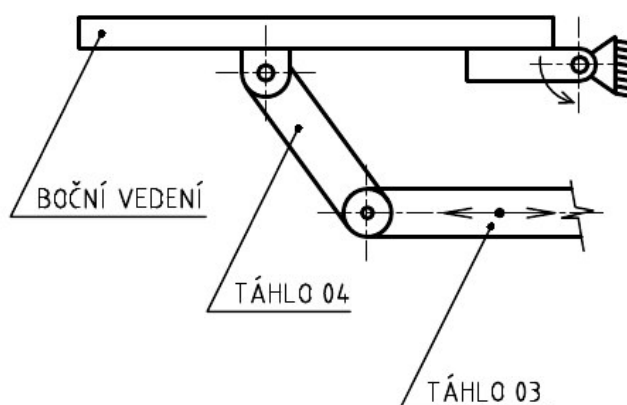
Obr. 65 – 3D model otevřené bočnice na straně výsypky

10 Otvírání bočního vedení na straně hydraulického pístu

Jako další variantu konstrukčního řešení shrnovače pásového dopravníku by bylo možné navrhnout otevírání bočního vedení na straně u hydraulického pístu. Při tomto řešení by shrnovač přesahoval přes boční vedení. Otvírání a zavírání bočního vedení na straně hydraulického pístu by bylo navrženo tak, aby bylo synchronizováno s otevíráním bočního vedení na straně u výsypky. Schéma možného principu otevírání bočního vedení na straně hydraulického pístu je na obr. 66 a obr. 67.



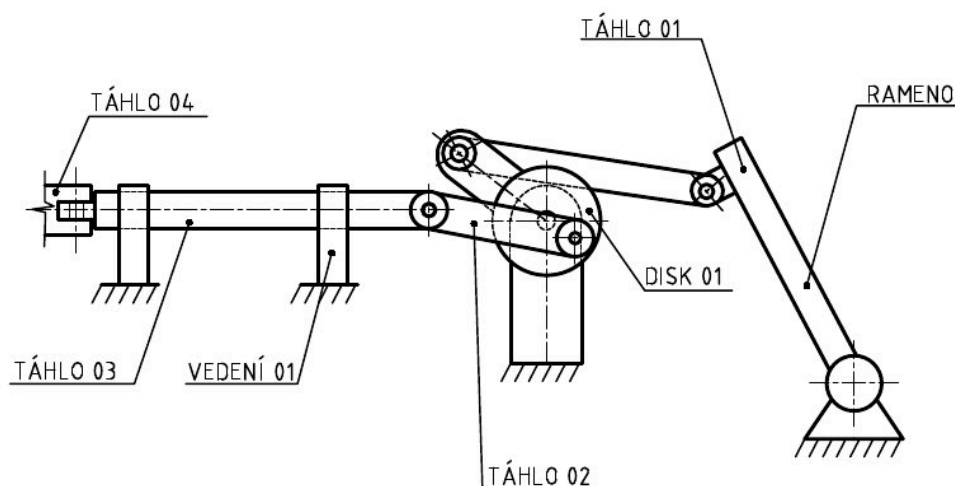
Obr. 66 - Schéma principu otvírání na straně hydraulického pístu – pohled z boku



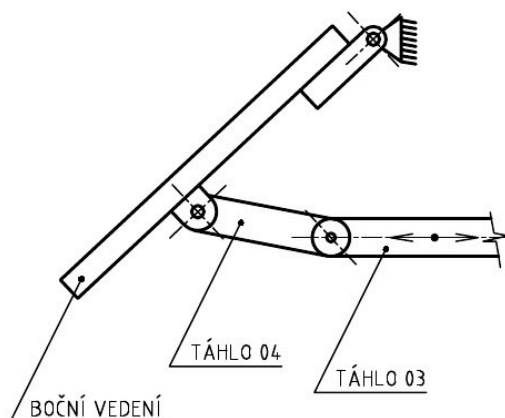
Obr. 67 - Schéma principu otvírání na straně hydraulického pístu – pohled shora

Popis principu navrženého mechanismu otvírání bočního vedení na straně hydraulického pístu:

Na obr. 66 je znázorněna situace, kdy je bočnice uzavřena. Rameno se začne otáčet kolem osy svého uložení. Táhlo 01, které je k ramenu pomocí čepu otočně uloženo, se začne pohybovat. Tím začne otáčet diskem 01 kolem své osy. Táhlo 01 je k disku 01 připojeno pomocí čepu. Ke stejnému čepu je připojeno i táhlo 02. Táhlo 02 je k táhlu 03 opět připojeno čepem. Tímto vzájemným spojením vzniká převod rotačního pohybu z ramena přes táhlo 01, disk 01 a táhlo 02 na posuvný pohyb táhla 03. Vodorovná poloha táhla 03 je zabezpečena pomocí vedení 01. Na táhlo 03 navazuje táhlo 04 (obr. 67). Obě tato táhla jsou navzájem spojena čepem a umožňují vzájemné otáčení vůči sobě. Táhlo 04 je k bočnímu vedení připojeno opět čepem. Na obr. 68 a obr. 69 je situace, kdy je bočnice otevřena.

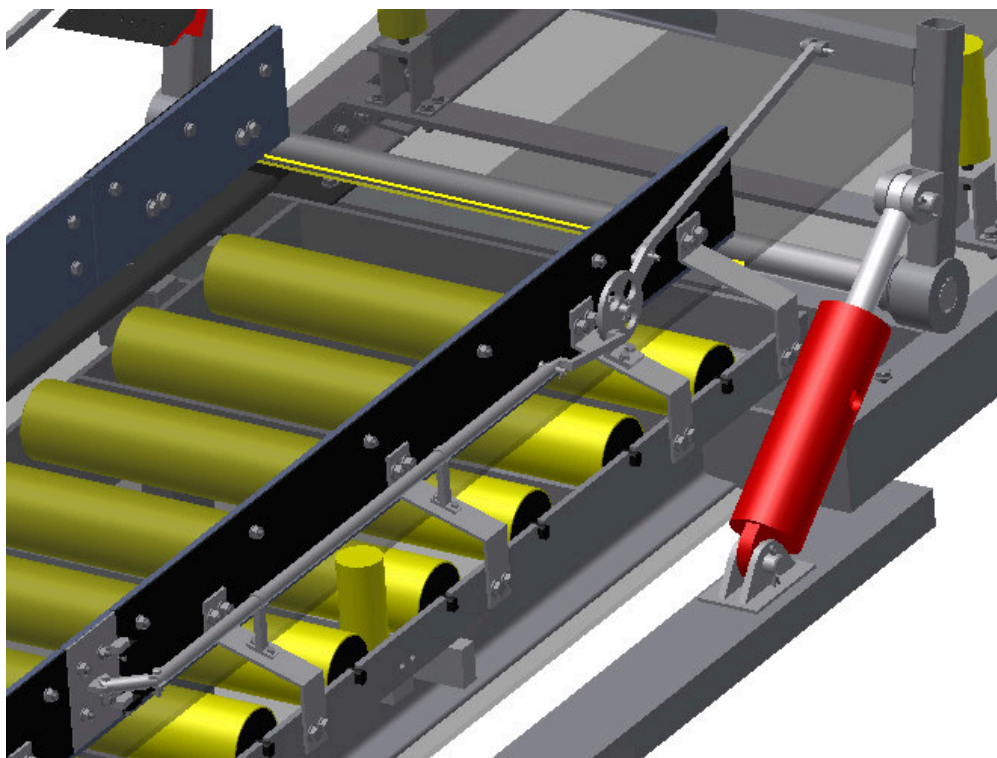


Obr. 68 - Schéma polohy mechanismu při otevřené bočnici na straně hydraulického pístu – pohled z boku

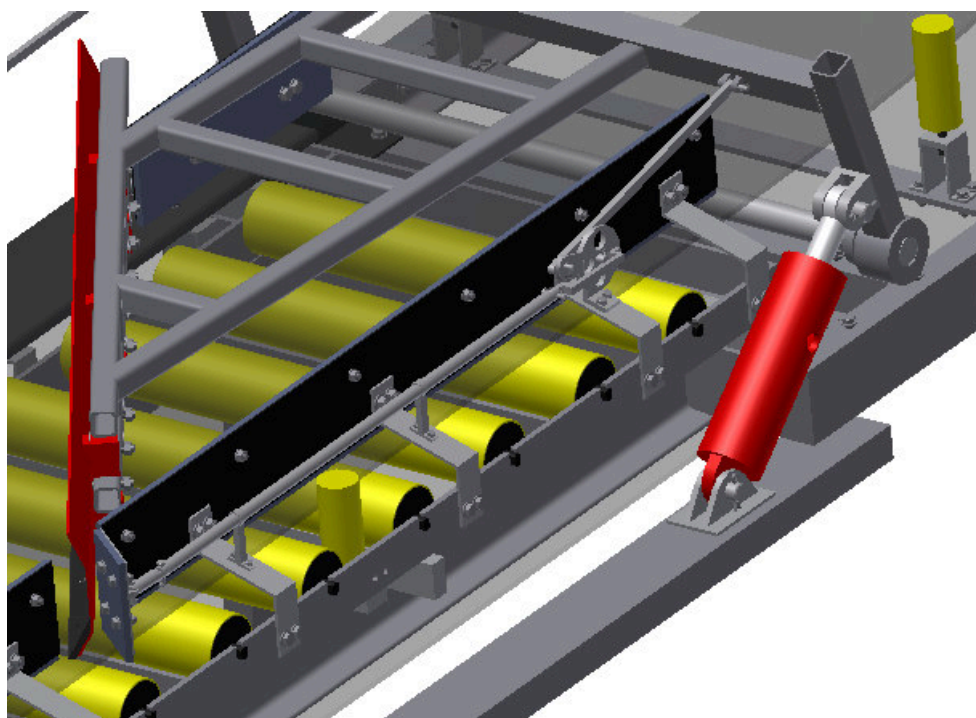


Obr. 69 - Schéma polohy mechanismu při otevřené bočnici na straně hydraulického pístu – pohled shora

3D model zavřeného a otevřeného bočního vedení na straně hydraulického pístu je na obr. 70 a obr. 71.



Obr. 70 – 3D model zavřené bočnice na straně hydraulického pístu



Obr. 71 – 3D model otevřené bočnice na straně hydraulického pístu

11 Návrh jištění koncových poloh

Ovládání chodu shrnovače (ramena) je řízeno hydraulickým zařízením. V případě přerušení hydraulického obvodu (prasklá tlaková hadice, výpadek elektrického proudu hydraulického zařízení) by nebylo možné shrnovač používat. Proto byl navrhnut pro zajištění koncových poloh shrnovače (ramene) jistící systém.

Jištění koncových poloh bylo navrženo pomocí ovládacího elektromagnetu. Elektromagnet potřebuje ke své správné funkci elektrický proud. V případě, že dojde k výpadku elektrického proudu, nelze elektromagnet ovládat. Proto byl navržen elektromagnet, který se dá ručně zajišťovat a odjišťovat.

Byl použit elektromagnet EVSK 8 řady EVSK.

STEJNOSMĚRNÉ OVLÁDACÍ ELEKTROMAGNETY ŘADY EVSK

● Popis

Stejnosemřné ovládací elektromagnety řady EVSK jsou jednočinné tažné nebo tlačné, s konstantní nebo vzrůstající tahovou charakteristikou o typových velikostech 1 až 8.

Provedení elektromagnetů odpovídá normám PN 35 3632 a DIN VDE 0580.

Připojení elektromagnetů je provedeno konektorem podle DIN 43650, pro střídavé napětí konektorem s usměrňovačem.

Elektromagnety se upevňují pomocí šroubů na čelní ploše nebo pomocí redukčních dílů podle typového klíče.

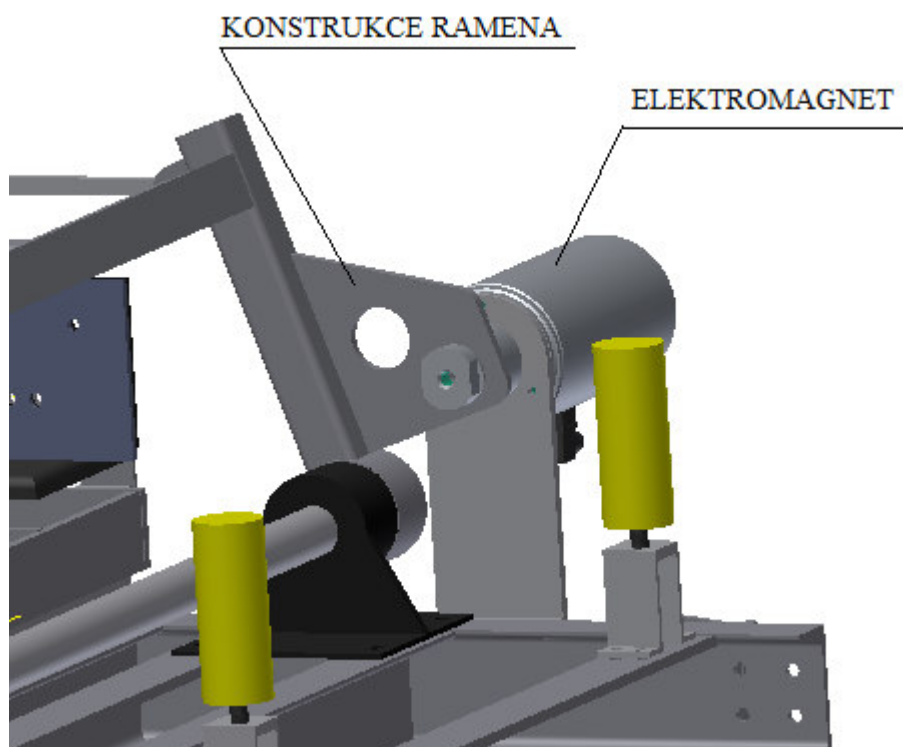


● Použití

Ovládání různých mechanismů a zařízení s přímočarým pohybem u pracovních strojů, dopravníků, manipulátorů, textilních strojů, regulačních zařízení apod.

Obr. 72 – Popis a použití elektromagnetu EVSK [11]

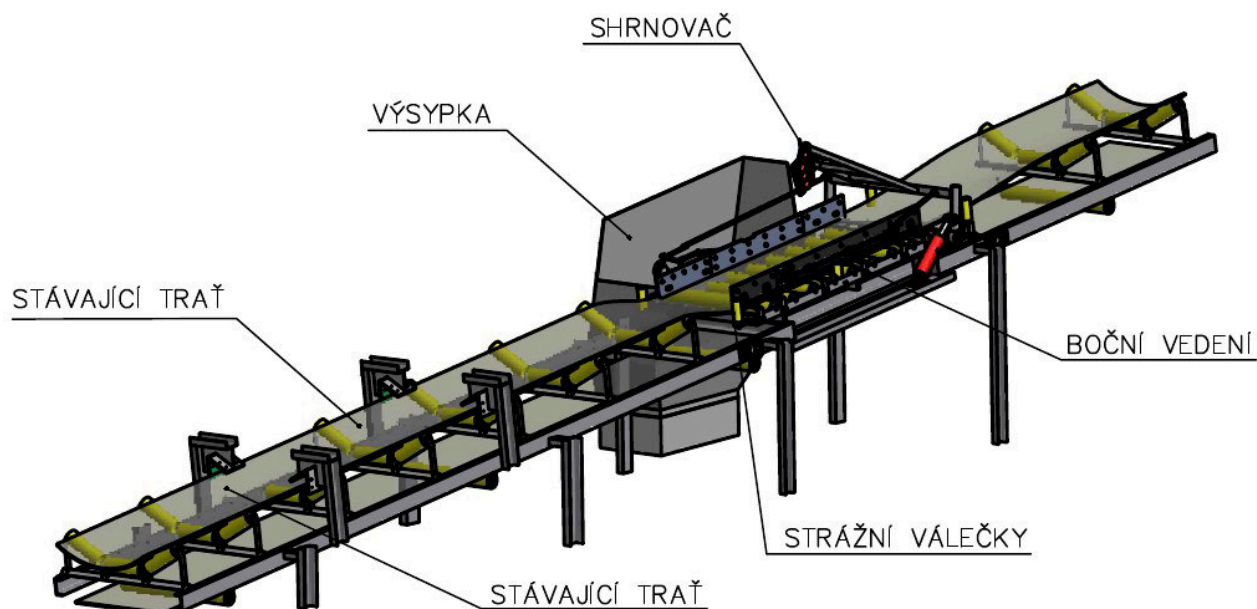
Na obr. 73 je 3D model umístění elektromagnetu vzhledem ke konstrukci ramena.



Obr. 73 – 3D model navrženého jištění koncových poloh ramena shrnovače

12 Výsledné řešení – 3D model

Shrnovač pásového dopravníku se všemi komponentami byl navržen tak, aby se stávající trať nemusela nijak zvlášť upravovat. Na obr. 74 je vidět 3D model navrženého shrnovače pásového dopravníku umístěného na pásovém dopravníku.



Obr. 74 – 3D trať s navrženým shrnovačem

13 Závěr

V úvodu práce byla v krátkosti představena firma Energetika Třinec, která je zadavatelem této diplomové práce.

Dále byla uvedena podle zadání krátká rešerše, týkající se shrnovačů pásových dopravníků. Rešerše se zabývá jednostrannými, ale i oboustrannými shrnovači pásových dopravníků. Byly uvedeny některé příklady z praxe. Na závěr rešerše bylo uvedeno možné ovládání shrnovačů.

Protože se tato diplomová práce zabývá případem z praxe, byl po rešerši uveden popis pásové dopravy zauhlovací linky. Shrnovač pásového dopravníku je tedy součástí zauhlovací linky, patří k pásu označeného jako T11. S a modernizací Energetiky Třinec (nový fluidní kotel) vzrůstá nárok na správnou funkci shrnovače pásového dopravníku.

V další části této práce byl popsán a vysvětlen stávající stav.

Jako nové řešení shrnovače pásového dopravníku byly navrženy 3 konstrukční uspořádání shrnovače s nezbytnou další částí – stolicí. První variantou bylo uspořádání shrnovače s válečkovou stolicí. Druhou variantou bylo uspořádání shrnovače s celoplošnou kluznou deskou a třetí variantou bylo uspořádání shrnovače s válečkovou stolicí s kluznou deskou.

Po zvážení výhod a nevýhod všech variant byla vybrána optimální varianta řešení. Jako optimální variantou bylo vybráno uspořádání shrnovače s válečkovou stolicí s kluznou deskou.

V další části této práce byly provedeny nezbytné pevnostní a kapacitní výpočty. Na základě těchto výpočtů byla vybraná varianta rozpracována. Byl navržen pohybový mechanismus pro uvádění shrnovače do chodu i z chodu, pohybový mechanismus pro otvírání a zavírání částí bočního vedení. Dále byl navržen systém jištění koncových poloh.

Byla vytvořena výrobní dokumentace pro vybranou variantu, ze které vyplívají výrobní a montážní rozměry.

14 Seznam použité literatury

- [1] Člen skupiny Třinecké železářny - Moravia Steel. *ENERGETIKA TŘINEC, a.s.* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.etas.trz.cz/index.php?pid=>
- [2] *Třinecké železářny – Moravia Steel* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: http://www.trz.cz/web/trzocel.nsf/link/galerie_cz
- [3] WOLF MHS A Division of Hoffmann Inc. *Engineered Equipment BELT CONVEYORS* [online]. 2012 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: http://www.wolfmhs.com/engineered_equipment_belt_conveyors.htm
- [4] Šmahel - strojírenská výroba s.r.o. *SMAHEL Engineering production* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.smahel.cz/>
- [5] Stěrače dopravních pásů. *AB Technology s.r.o.* [online]. 2013 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.abtechnology.cz/index.php/produkty/sterace-dopravnich-pasu/>
- [6] ME Systems s.r.o. *Technologie přesypů Martin Engineering* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://mesystems.cz/produkty/technologie-presypu/>
- [7] Shrnovací pluh (SP). *Kešner, a.s.* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.kesner.cz/cz/produkt/shrnovaci-pluh-sp/>
- [8] Hardox – vysoce otěruvzdorný plech. *Gama ocel s.r.o.* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.gamaocel.cz/4861/hardox/>
- [9] EPP Plasty a.s. *NYLATRON GS* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: http://www.eppplasty.cz/pdf/NYLATRON_GS.pdf
- [10] KATALOG VÁLEČKY A GIRLANDOVÉ STOLICE PRO PÁSOVOU DOPRAVU. *Transroll* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.transroll.cz/obrazky-soubory/katalog-cesky-finale-e416a.pdf?redir>
- [11] ZEDEX 100. *Wolko-plast, s.r.o. - plastová kluzná ložiska a vedení* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.wolkoplast.cz/cs/material-zedex/1-zedex-100/>
- [12] SLOVÁCKÉ STROJÍRNY, a. s. *Ovládací elektromagnety* [online]. 2015 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.sub.cz/mep-postrelmov/elektromagnety/ovladaci-elektromagnety.aspx>
- [13] DRAŽAN, František. *Teorie a stavba dopravníků*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1983, 290 s.
- [14] FRIES, Jiří. *Pásové dopravníky, bubny a jejich výpočet*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2009, 189 s. ISBN 978-80-248-2080-4.
- [15] JÍLEK, Vladimír, Vladimír LÍBAL a František REMTA. *Manipulace s materiálem. 2., přeprac. vyd.* Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1978, 229 s.

- [16] PEŠAT, Zdeněk. *Manipulace s materiálem v hutích*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1992, 165 s. ISBN 80-7078-107-6.
- [17] POLÁK, Jaromír, Jiří PAVLISKA a Aleš SLÍVA. *Dopravní a manipulační zařízení I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2001, 99 s. ISBN 80-248-0043-8.
- [18] POLÁK, Jaromír, Karel BAILOTTI, Jiří PAVLISKA a Leopold HRABOVSKÝ. *Dopravní a manipulační zařízení II*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2003, 104 s. ISBN 80-248-0493-x.
- [19] POLÁK, Jaromír a Aleš SLÍVA. *Dopravní a manipulační zařízení III*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2005, 133 s. ISBN 80-248-0963-x.
- [20] PAVLISKA, Jiří a Leopold HRABOVSKÝ. *Dopravní a manipulační zařízení IV*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2004, 128 s. ISBN 80-248-0537-5.
- [21] KALÁB, Květoslav. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře: části pohonů strojů*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008, 128 s. ISBN 978-80-248-1860-3.
- [22] KALÁB, Květoslav. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře: části spojovací [záznam a]*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007, 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8.

15 Seznam příloh

Název	Číslo výkresu	Formát
SHRNOVAČ PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU	ZIL0009	A0
RAMENO SHRNOVAČE	ZIL0009-1	A3
SHRNOVAČ	ZIL0009-2	A3
TĚLO SHRNOVAČE	ZIL0009-2-1	A3
VÝZTUHA SHRNOVAČE V	ZIL0009-2-2	A4
VÝZTUHA SHRNOVAČE S	ZIL0009-2-3	A4
BŘIT	ZIL0009-3	A3
RÁM STOLICE	ZIL0009-4	A2
DRŽÁK KLUZNÉ DESKY	ZIL0009-1-1	A4
DRŽÁK STRÁŽNÍHO VÁLEČKU 2	ZIL0009-4-2	A4
DRŽÁK BOČNÍHO VEDENÍ 1	ZIL0009-5	A3
DRŽÁK BOČNÍHO VEDENÍ 2	ZIL0009-6	A3
BOČNICE L1	ZIL0009-7	A3
PANT 1	ZIL0009-7-1	A4
OBLOŽENÍ L1	ZIL0009-8	A4
BOČNICE L2	ZIL0009-9	A3
PŘÍPOJ TÁHLA 4	ZIL0009-9-1	A4
PANT 2	ZIL0009-9-2	A4
OBLOŽENÍ L2	ZIL0009-10	A4
BOČNICE L3	ZIL0009-11	A4
OBLOŽENÍ L3	ZIL0009-12	A4
BOČNICE PRAVÁ	ZIL0009-13	A3
OBLOŽENÍ PRAVÉ BOČNICE	ZIL0009-14	A3
KLUZNÁ DESKA	ZIL0009-15	A3
DRŽÁK DISKU 1	ZIL0009-16	A4
DISK 1	ZIL0009-17	A3
TÁHLO 3	ZIL0009-18	A4
TÁHLO 4	ZIL0009-19	A4

16 Poděkování

Tímto bych rád poděkoval Ing. Robertovi Brázdovi, Ph.D. za vedení, trpělivost a připomínky při tvoření této práce. Dále bych pak chtěl poděkovat Ing. Vladislavovi Zientekovi z firmy Energetika Třinec, kterým mi byly poskytnuty potřebné informace a podklady pro vypracování této práce.

Bc. František Žilka